BERGKNAPPE 2015

GRAUBÜNDEN
GRISCHUN
GRIGIONI

Freunde des Bergbaus in Graubünden, FBG
Amis da las minieras en il Grischun, AMG
Amici delle miniere nel Grigioni, AMG

Doppelnummer 126/127
September
39. Jahrgang

TAGUNGSBAND

18. Internationaler Bergbau- und Montanhistorik-Workshop in Andeer (Schweiz) vom 29. September bis 3. Oktober 2015

GRAUBÜNDEN
GRISCHUN
GRIGIONI

Freunde des Bergbaus in Graubünden, FBG
Amis da las minieras en il Grischun, AMG
Amici delle miniere nel Grigioni, AMG
und die Partnervereine

Der Schneeberger Lungenkrebs, Auftreten – Beschreibung – Erforschung

Jens Pfeifer, Freiberg/Sachsen

1. Einleitung

Als «Schneeberger Lungenkrebs» wird heute in der Medizin das strahlenbedingte Lungen- oder Bronchialkarzinom der Bergarbeiter in einem radioaktiv belasteten Untertagebereich bezeichnet. Verursacht wird der «Schneeberger Lungenkrebs» durch die Einwirkung der Alphastrahlung der Radonisotope und ganz besonders ihre kurzlebigen Folgeprodukte. Die Radionuklide sind natürliche Bestandteile der atmosphärischen Luft. Sie werden fortgesetzt inhaliert und auf dem Bronchialepithel sowie im Alveolarraum abgelagert. Von praktischer Bedeutung sind vorrangig das Radonisotop Radon-222 und seine Folgeprodukte. Das Mutternuklid für Radon-222 ist Radium-226. Die Konzentration des Radons ist am grössten in der Luft von unterirdischen Hohlräumen, besonders hohe Werte gibt es daher in der Regel in Untertage-Bergwerken, in denen uranhaltige Erze anstehen.

Die Krankheit nannte man zuerst «Bergsucht» oder «Bergkrankheit» und die betroffenen Bergleute bezeichnete man als «bergfertig» oder «bergsüchtig». Ab dem 16. Jahrhundert bürgerte sich die Bezeichnung «Schneeberger Bergkrankheit» ein. Den Namen erhielt sie nach der sächsischen Bergstadt Schneeberg im sächsischen Erzgebirge. Im Schneeberger Raum begann der Bergbau in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts auf dem Hohen Forst. Dort wurden Kupfer- bzw. silberhaltige Kupfererze abgebaut. Neben Kupfererzen wurden in der Schneeberger Region auch schon frühzeitig Eisen-, Wismut- und Silbererze gewonnen. Eine Urkunde über Bergwerke, die sich möglicherweise auf dem Schneeberg befanden, datiert auf den 22. Juli 1446.

Der erste grössere Silberfund erfolgte im Herbst 1470 in der Neuen Fundgrube. Es folgte eine Vielzahl von Grubengründungen und 1477 wurde der «Grosse Silberfund» im Grubenfeld der Alten Fundgrube beschrieben. Aus diesem grossen Silberfund stammen etwa 14 Tonnen reines Silber. Zu dieser Zeit werden bereits 153 Gruben namentlich genannt, von denen aber nur ein geringer Teil wirklich eine Ausbeute bringt.[1] Die Geschichte dieser Krankheit, das Auftreten, das Beschreiben und die Ursachensuche durch frühe Bergbauärzte und ab dem 19. Jahrhundert auch die gezielte Erforschung soll hier aufgezeigt werden. Ebenso sollen die Auswirkungen des Uranerzbergbaus durch die SAG bzw. SDAG Wismut auf die Gesundheit der Bergleute betrachtet werden.

2. Frühe Beschreibungen der Lungenkrankheit

Die Mineralogie und die Bergbaukunde müssen die Medizin im 16. Jahrhundert als ihre Ausgangswissenschaften betrachten. Die ersten Schriften zur Bergbaukunde haben überwiegend Ärzte verfasst.

Die Erwähnung der Krankheitssymptome bei Schneeberger Bergleuten erfolgte erstmalig 1492 durch den Lateinlehrer Paulus Niavis (um 1460 bis 1517). In einem für den Unterricht an den Lateinschulen verfassten Gespräch greift er das Thema der Bergkrankheit auf: «Wie man vom Schneeberge und von den Gruben zu sprechen hat: Die arbeiten darin, und die Luft im Berge, die sehr ungesund ist, nimmt ihnen die natürliche Farbe, sehr oft geschieht es, dass sie frühzeitig mit Tod abgehen.»[2] Die Krankheitssymptome müssen also schon in dieser Zeit häufig aufgetreten sein.

1529 erschien die bergbaumedizinische Spezialschrift «Eyn Nutzliches Regiment sampt dem bericht der ertzney wider etzliche krackheit d brust...» von Magnus Hund dem Jüngeren in Leipzig. Hund wurde 1530 als Nachfolger von Georgius Agricola zum Stadtarzt nach St. Joachimsthal berufen. Diese 89-seitige Schrift gibt manche gut beobachtete Krankheitsbilder wieder. Er beschreibt die Brustkrankheit der Bergleute als «schweren Atem, Engbrüstigkeit und Angst der Brust». Den Begriff der «Bergsucht» benutzt er aber nicht, obwohl dieser damals unter den Bergleuten üblich gewesen sein muss. Die Bezeichnung «bergsüchtig» erscheint bereits in Freiberg in einer zwischen 1472 und 1485 geschriebenen Eingabe der Bergknappen. Hund hebt in diesem Zusammenhang noch eine höchst wichtige Erkenntnis hervor, dass nämlich erst das Zusammenwirken mehrerer Faktoren zu einer Erkrankung im Sinne einer Silikose bzw. zu einem Lungenkarzinom führt. Zu diesen Voraussetzungen zählt die hohe Festigkeit des Gesteins, seine trockene Beschaffenheit, die eine starke Staubentwicklung zur Folge hat und eine bestimmte Beschaffenheit des Gesteins, die er «kiesigk» nennt und darunter «schwefelhaltig» versteht. Der Schwefelgehalt hat zwar keinen Einfluss auf die Entstehung einer Lungenkrankheit, ist andererseits jedoch richtig beobachtet. Weiter schreibt er: «Eigentlich sind nur jene Häuer von solchen Orten gefährdet, so es fest

Eyn Nutzliches
Regiment sampt dem bericht der ertzney wider etzliche kräckheit d brust/vñ sundlich wid dē hustē/brust seuche/vñ beschwerūg des Adems.
¶ Darbey ein kurtzer bericht wider die beschwerung des heupts vñ schwindell.
¶ Auch ein sehr tröstlich regimētlein wider die vordrießliche vnd vngehorsame kranckheyt des Podograms/die man den Zipprian nennet/ durch Magistrū Magnū Hundt/ von Magdeburgk außgangen. Leyptzigk. Anno. ꝛce. 29.

Titelblatt der Schrift von Magnus Hund d. Jüngeren über die Bergkrankheiten, 1529 mit dem Wappen der Schlick's.

ist, drucken vnd kisick/da fassen sie den staub vom kiss in sich, der yn (ihnen) die lunge zu frisst biss sie alles von ihn (sich) werffen (ausspucken) vnd entlich vorbrannt ding wie (wie wenn) mann eyne fewermaur het gereiniget /vnd wen sich solchs mith dem ausswerffen begibt/So mügen sie es nicht lange zu kommen (aushalten).»[3]

Das medizinische Interesse richtete die Mineralogie an der pharmazeutischen Verwertung und Verwendbarkeit der Mineralien aus. Besonders Georgius Agricola (1494-1555), auch als «Vater der Mineralogie» bezeichnet, widmete sich mit der umfangreichen Monographie «De natura Fossilium» (1546) diesem Thema. Eine eigenständige Monographie über die Bergkrankheiten hat Agricola nie verfasst, obwohl er als Arzt in der böhmischen Bergstadt St. Joachimsthal und in Chemnitz tätig war.

Der lutherische Reformator und Pfarrer Johannes Mathesius (1504-1565) war von 1532 bis 1540 in St. Joachimsthal als Rektor der Lateinschule tätig. Nach einem Aufenthalt in Wittenberg ging er 1542 in die aufstrebende Bergstadt zurück und wirkte hier bis zu seinem Lebensende als Prediger und Pfarrer. 1562 erscheint seine Sarepta oder Bergpostill in Nürnberg im Druck. Aus seinen Predigten geht hervor, dass er sich sehr eingehend mit den Arbeitsverhältnissen unter Tage beschäftigt hat. Er ist sehr gut über die Verhältnisse der Grubenluft in den Joachimsthaler Bergwerken unterrichtet, welche die Ursache sind, dass «manch gut gesell drüber bergsüchtig wird, seinen Athem verleuret und sein arm weib und kind dem gemeinen kasten bescheiden muss». Besonders über das Feuersetzen und seinen Gefahren spricht er sehr eindringlich. Dabei erwähnt er die noch ungenügende Wetterführung, die in der Entwicklung giftiger Gase bestehen.

Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), genannt Paracelsus, schrieb um 1537 die erste umfangreiche arbeitsmedizinische Monographie über die Bergsucht und damit über die Berufskrankheiten der Berg- und Hüttenleute. Der Titel lautet: «Von der Bergsucht und andern Bergkranckheiten drey Bücher...». Gedruckt wurde das Buch aber erst 1567, 26 Jahre nach seinem Tod. Paracelsus besuchte während seiner weiten Reisen durch Europa auch das sächsisch-böhmischen Erzgebirge und Schneeberg. Er beschrieb darin unter anderem die möglichen Ursachen der Bergsucht: «Also auch/dieweil der Nebel auss dem Firmament sein vrsprung nimpt/so ist auch ein Nebel im Berg/auss welchem die Bergsucht wach-

SAREPTA,
Darin von allerley Bergwerck vnd Metallen / Was jhr eigenschafft vnd Natur / vnd wie sie zu nutz vnd gut gemacht/ guter bericht gegeben/
Mit tröstlicher vnd lehrhaffter erklärung aller Sprüch/ so in heiliger Schrifft von Metall reden/ vnd wie der H. Geist in Metallen vnd Bergarbeit die Artickel vnsers Christlichen Glaubens fürgebildet.
Auff ein newes mit fleis durchsehen/ corrigirt/ vnd gebessert mit einem Register/ Was für Sprüch aus Altem vnd Newem Testament hierinn erkläret/ vnd an welchem Blat ein jeder zu finden ist.
Sampt der Jochimsthalischen kurtzen Chroniken.
Durch
M. JOHANN. MATHESIUM,
Pfarrern in S. Jochimsthal/ selber für seinem seligen Ende verfertigt.
Psalm. 148.
Berg vnd Thal lobet den Herren.
Gedruckt zu Leipzig bey Valentins am Ende Erben.
In verlegung Johan Börners/ Buchhändl.
Anno M. DC. XIIX.

Titelblatt der Sarepta von Johann Methesius, Ausgabe von 1618.

sen mag/vnd stercker dann von dem eusserlichen: Nun/vrsach dieser Nebel zugeben in seim herkommen/so befind es sich/dass derselbig auss der **Sphær Galaxæ** kompt/dieselbigen die ihn machen/sind auch in der Erden: Jetzt ist das Miner eines solchen Nebels auch ein vrsach: vnd die erkandtnuss desselbigen Miners/gibt die erkanntnuss der Heylung: zu gleicher weiss als die erkanntnuss dess Fewrs gibt die erkanntnuss/mit was es ausszuleschen sey.»[4]

In der Zeit nach Hohenheim wurde durch verschiedene Bergbauärzte die Thematik der «Bergsucht» immer wieder beschrieben. Dabei waren die Ärzte im erzgebirgischen Sachsen besonders aktiv. Unter den 27 Autoren, die sich in der Zeitspanne zwischen 1600 und 1800 weltweit mit Krankheiten der Berg- und Hüttenleute beschäftigten, befanden sich 17 Deutsche und von diesen waren wiederum 10 in Sachsen und 3 im Harz tätig.[5]

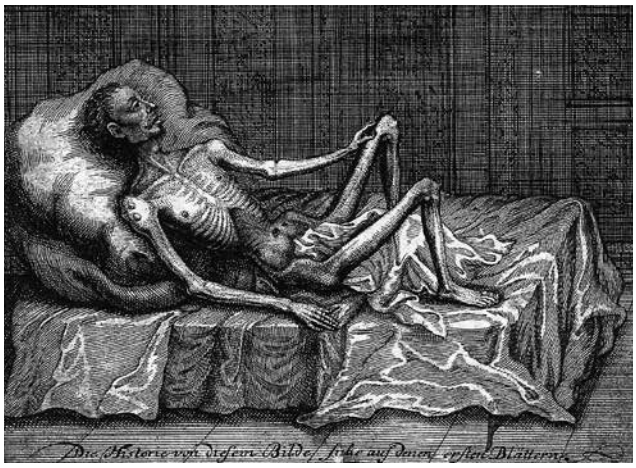
Einer dieser Ärzte war der Annaberger Stadtarzt Martin Pansa. Dieser gab 1614 eine Abhandlung über die Berg- und Lungensucht der Berghäuer heraus. Pansa stammte aus Schleusingen in Thüringen und er trat 1607 im Alter von 27 Jahren die Stelle des Annaberger Stadtphysikus an. Er blieb dort bis 1615 und siedelte anschliessend nach Schlesien über. Pansa publizierte insgesamt 16 medizinische Schriften. Das für unser Thema relevante Buch erschien 1614 in Annaberg und 1681 in Freiberg in 4. Auflage. Es wurde im Gegensatz der damaligen Zeit in deutscher Sprache gedruckt. Somit konnten dieses Werk auch nicht hochgebildete Menschen lesen. Der Titel lautet: «Consilium Peripneumoniacum: Das ist/ Ein getrewer Rath in der beschwerlichen Berg- und Lungensucht: darinnen verfasset/ was die fürnemsten Ursachen seyn beyderley Beschwerungen/beydes der gifftigen/die vom Bergwerck entstehet: so wol der gemeinen/die von Flüssen herrühret: Zuvor aber/ wie der Mensch mit der kleinen Welt/ und mit dem Bergwerck artlich zu vergleichen/und wie beyde Suchten zu vertreiben seyn». Auch ihm war der frühe Tod mancher Bergleute aufgefallen; «Denn wie kann das Bergwerk mit Nutz gebraucht werden, so man schwache unvermögliche Arbeiter hat. Wie können sie der Bergwerke genugsame Wissenschaft einnehmen, wenn sie in der Jugend hinsterben. Wie wenn mancher junger und starker Bergmann in der besten Blüte seines Alters, da man ihn hätte allererst recht gebrauchen können, Schicht machet und hülflos gelassen, an der Bergsucht sterben muss.» Er zählt weiter in einem Kapitel die Krankheiten auf, von denen der Bergmann betroffen ist. Besonders die schlechte Luft in den Gruben sieht er als Ursache für die Berg- bzw. Lungensucht: «Denn der Staub, der mit Hauen bewegt und getrieben wird, so er in die Luftröhr der Lung oder unrechte Kehle fällt, so macht er ein Odem. Wenn aber derselbe Staub eine Kraft zu nagen hat und von scharfen Mineralien entstanden ist, so ätzet er auff die zarte Lung und machet sie schleurig, darauf dann ein schleimsüchtig Fieber oder die Darre erfolgen muss.» Pansa schliesst seine Ausführungen über die Bergsucht mit einigen Anmerkungen «über die gemeine Lungensucht». Er schildert den quälenden Husten und warnt vor dem Zurückhalten und Verschlucken des Auswurfs, «davon nachmals der Magen verderbet, und die Lung überfallen wird, hieraus dann ferner die Schwindsucht, Lungen- und Magengeschwür und Schwülsten herwachsen: denn ein langwieriger Husten, von der Lung entstehend, bringet Fäulung, zerreisset die Adern, erreget Hitz, stetiges Wachen usw. Pansas Schrift gleicht aber in vielen Passagen der «Sarepta» von Mathesius und der Schrift über die Bergsucht von Paracelsus. Auch einige Passagen aus Agricolas «De re metallica» sind in Pansas Werk wörtlich übernommen. Er hat somit das Wissen seiner Zeit gesammelt und zusammengefasst in Druck gegeben.[6]

Um die Jahrhundertwende vom 16. zum 17. Jahrhundert wurden von dem 1572 in Breslau geborenen Arzt Daniel Sennert (1572-1637) im Erzgebirge die ersten Sektionen an Bergmannsleichen durchgeführt. Das brachte wesentliche und neue Erkenntnisse zu Krankheitsbildern des Lungenkrebses. Sennert wurde 1628 zum Leibarzt von Johann Georg I. von Sachsen ernannt. Er verstarb am 21. Juli 1637 während einer Pestepidemie in Wittenberg.[7]

Carl Leberecht Scheffler war sechs Jahre lang vereidigter Bergarzt in St. Annaberg. 1770 erscheint sein bergbaumedizinisches Buch mit dem Titel «Abhandlungen über die Gesundheit der Bergleute». Hierin widmet er dem Astma montanum sive metallicum einen besonderen Abschnitt. Für diese Krankheit macht er den arsenicalischen Staub verantwortlich. Als die wichtigsten Symptome wird die Atemnot genannt, besonders beim Bergsteigen, ausserdem Herzstörungen, Mattigkeit und Katharrh. Über die Bergsucht, die Scheffler nicht für identisch mit dem Asthma metallicum hält, schreibt er folgendes: «Es haben die Medici mit dem Worte Bergsucht nicht durchgängig einig werden können» und sagt zur Begriffsbestimmung der Bergsucht, sie könne keine wahre Lungen- oder Brustentzündung sein, da sie schleichend verlaufe. Sie könne aber auch kein Astma montanum sive metallicum sein, weil das Asthma in keinem Lungengeschwüre bestehe, sondern die Bergsucht sei nichts anderes als ein chronisches schleichendes Fieber mit verhärteten Drüsen

und Verstopfung der Lunge. Als Ursache sieht er den verschluckten arsenicalischen und anderen Staub, ferner die üble Diät und anderes schlechtes Verhalten an. Die Symtomatologie der Bergsucht beschreibt er als leichtes Fieber, Appetitverlust, Kurzatmigkeit und geschwollene Füsse. Die Patienten werden bettlägerig und es stellt sich trockener Husten und manchmal auch Husten mit Auswurf ein. Unter zunehmender Kachexie (starker Gewichtsverlust) kommen die Patienten zu Tode.[8]

Der Arzt, Mineraloge, Metallurg und Chemiker Johann Friedrich Henkel (1678-1744) war von 1712 bis 1730 in Freiberg als Arzt tätig und ab 1723 wurde er als Berg- und Hüttenphysikus bestellt. 1728 erschien sein Werk «Von der Bergsucht und Hüttenkatze». Mit einem Umfang von 208 Seiten ist es das bedeutendste Werk der damaligen Zeit. Er schreibt zu den Symptomen der Bergsucht: «Die Zufälle und Anzeigungen dieser Krankheit sind kurzer Athem, Husten, Keichen, Aengstlichkeit, Heischerkeit, Hitze, Abnehmen an Fleisch und Kräften, eyteriger und blutiger Auswurf, welcher manchmal mit einer Blutstürzung beschliesst.» Die Ursachen der Bergsucht sieht Henkel in «1) der Staub vom Gesteine und vom Erz, 2) der Mangel der Luft oder der so genannten Wetter, 3) bössartige Luft oder bösse Wetter, und der so genannte Schwaden: hierzu kömmt 4) unter denenjenigen Ursachen, welche auch sonsten andern und denen meisten Krankheiten gemein sind, vornemlich die übele Stellung oder Lage



Bergsüchtiger Bergarbeiter. Aus J. Fr. Henkel: Medicinischer Uffstand ... Freyberg 1728.

des Leibes, worinnen die Bergleute in der Grube der Arbeit obliegen müssen.

Die innerlichen nächsten Grund-Ursachen welche von denen eusserlichen herrühren, sind eigentlich 1) die Verstopfung der Lunge in ihrer Röhren und Luftadern, 2) die Zusammenziehung derer Lungen-Drüssgen und Blässgen, 3) die Verdickung des Geblüts.»[9]

Eine weitere Beschreibung der Bergsucht liefert der Churfürstlich Sächsische Hofmedicus und Amts., Land-, und Bergphysici in Annaberg in der 1770 in Chemnitz erschienenen Schrift «Abhandlung von der Gesundheit der Bergleute». «Die Bergsucht ist nun,

Tabelle 1: Übersicht früher bergbaumedizinischer Schriften (Auswahl)

Jahr	**Autor**	**Titel**
1492	Paulus Niavis	Wie man vom Schneeberge und von den Gruben zu sprechen hat.
1523	Ulrich Elenbogen	Eine erste Abhandlung über die bei Berg- und Hüttenleuten auftretenden Krankheiten.
1523	Wenceslaus Payer von Elnbogen	Merkblatt für den armen Bergmann über die Krankheiten der Bergleute.
1529	Magnus Hund d. Jüngere	Eyn Nutzliches Regiment Sampt dem bericht der Ertzney wider etzliche Kranckheit der Brust... Leipzig
1546	Georgius Agricola	De natura Fossilium
1562	Johann Mathesius	Sarepte oder Bergpostil, Nürnberg
1537 (1567)	Paracelsus	Von der Bergsucht und andern Bergkranckheiten drey Bücher...
1614	Martin Pansa	Consilium Peripneumoniacum: Das ist/ Ein getrewer Rath in der beschwerlichen Berg- und Lungensucht: ...
1745	Johann Friedrich Henkel	Medicinischer Aufstand und Schmelz-Bogen der Bergsucht und Hüttenkatze ...
1770	Carl Leberecht Scheffler	Abhandlungen über die Gesundheit der Bergleute
1851	Brockmann, Carl Heinrich	Die metallurgischen Erkrankungen des Oberharzes. Osterrode

In den Joachimsthaler Gruben wurden ebenfalls Befragungen durchgeführt ob hier Lungenkrebs auftritt. Das wurde zuerst negativ beantwortet. Nachdem aber bei 17 verstorbenen Bergarbeitern Sektionen vorgenommen wurden, zeigte sich bei 53% der Todesfälle sichere Lungenkarzinome. Hier zeigte sich, dass durch eine alleinige Befragung ohne Sektion von verstorbenen Bergleuten, die Ergebnisse mit grosser Vorsicht zu betrachten sind. Um die kanzerogene Wirkung des Arsenstaubes auszuschliessen bzw. nachzuweisen, wurden auch Daten zu Erkrankungen in kanadischen, französischen und norwegischen Kobalt- bzw. Arsengruben herangezogen. Hieraus ergaben sich aber auch keine auffälligen Lungenkrebserkrankungen. Es erhärtete sich immer weiter die Vermutung, dass das Radium bzw. die Emanationen für den Lungenkrebs verantwortlich sind. Um das weiter nachzuweisen, wurden Tierexperimente mit weissen Mäusen in den Schneeberger Gruben durchgeführt. Die Tiere wurden so platziert, dass sie sich immer in der Nähe der Bergarbeiter, also «vor Ort» befanden. Ein eigens dafür angestellter Tierwärter pflegte und versorgte die Tiere. Jedes verstorbene Tier wurde mit Formol präpariert und an das Pathologische Institut der Universität Leipzig zur Sektion gesandt. Vom 28. März 1936 bis 13. August 1937 waren 48 Tiere eingesetzt. Fast sämtliche Mäuse starben an einem Infekt der Atmungsorgane, wobei es auffallend war, dass fast alle eine Veränderung der Bronchialschleimhaut aufwiesen und sich die Schilddrüse veränderte. Bei sieben Tieren (25%) konnten Tumore an verschiedenen Organen (Lunge, Samenblase, Lymphdrüse, Schilddrüse) festgestellt werden. Aus diesen Versuchsreihen wurde die Schlussfolgerung geschlossen, das nur noch zwei bekannte Möglichkeiten für die Krebsentstehung in Betracht kamen: 1. Die Bedeutung der Einwirkung besonderer Witterungs- und Feuchtigkeitseinflüsse und 2. Der Radiumgehalt der Schneeberger Grubenluft.[34]

1936 veröffentlichte Boris Rajewsky den abschliessenden Bericht des «Arbeitsausschuss für die Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses in Sachsen». Hier wurden alle Untersuchungsergebnisse und auch die Versuchsanordnung detailliert beschrieben. Abschliessend kommt Rajewsky zu folgendem Schluss: «Das Gesamtresultat der angestellten Überlegungen ist also die Schlussfolgerung, dass der Emanationsgehalt der Luft und der Wässer in den Schneeberger Gruben, insbesondere in Anbetracht der früheren schlechten Bewetterungszustände der Gruben, die unterschwelligen Werte durchweg übersteigt und zum Teil im toxischen Grenzbereich liegt, zum Teil diesen ganz beträchtlich übertrifft. Die Möglichkeit, dass die Schädigung durch Einatmen der emanationshaltigen Grubenluft wenigstens *eine* der Ursachen der Schneeberger Erkrankung ist, kann auf Grund der nunmehr vorliegenden Messergebnisse nicht mehr bestritten werden und ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu bejahen.» Es schliesst sich in diesem Bericht eine umfangreiche Beweisführung an.[35]

Die Rolle des Radons – früherer Ausdruck war Emanation – hat sich also in den jahrzehntelangen Forschungen als auslösender Faktor für den Lungenkrebs mehr oder weniger zur Gewissheit verdichtet. Die ersten Forscher, welche diesen Zusammenhang nachgewiesen haben, waren Härting und Hesse mit ihrer 1879 vorgelegten Arbeit.

8. Forschungen mit Radioaktiven Substanzen während des zweiten Weltkrieges im Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Biophysik Aussenstelle Oberschlema

Eine weitere bisher in der Öffentlichkeit kaum bewusste Aktivität im KWI Oberschlema betreffen die Versuche mit radioaktiven Stoffen an Menschen, welche während des Zweiten Weltkrieges hier durchgeführt wurden. Boris Rajewsky hat sich in seinen Arbeiten zur Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses besonders hervorgetan und herausragende Ergebnisse erzielt. Nach Hitlers Machtübernahme passte sich Rajewsky den herrschenden Verhältnissen an und trat 1934 der SA und wenig später auch der Reichsdozentenschaft bei. Im Mai 1937 trat er in die NSDAP ein. Nach seinen Aussagen war er kein bekennender Nationalsozialist. Er gehörte zur Spitze einer Gruppe von Wissenschaftlern, die aktiv und in enger Kooperation mit staatlichen Stellen den Strahlenschutz vorantrieben.[36] 1938 wurde das Radiumforschungsinstitut in der Gemeinde Oberschlema gegründet und als Aussenstelle des KWI Frankfurt/Main betrieben. Hier sollte vor allem die zentrale Frage nach der Toleranzdosis für eine berufsbedingte Strahlenexposition untersucht werden. Systematisch wurden Messungen des Radongehaltes in Luft und in Wasser des Schneeberger Bergbaus durchgeführt. Die Aussenstelle entwickelte sich in der Folgezeit zur Zentralstelle für die schon seit einigen Jahren laufende medizinische Überwachung der Schneeberger, Johanngeorgenstädter und ab 1938 auch der St. Joachimsthaler Erzgruben. Ein weiterer Schwerpunkt war die Erforschung der therapeutischen Anwendung von Radon bei rheumatischen Erkrankungen. Auf der Grundlage von Rajeskys Forschungen zum Schneeberger Lungenkrebs, wurde vom Bergamt Karlsbad im November 1940 eine Bergpolizeiverordnung, in der weltweit erstmals ein Grenzwert für die

nach meinen Begriffen und Nachdenken, nichts anderes, als ein chronisches schleichendes Fieber, mit verhärteten Drüssen und Verstopfung der Lunge, und einem Mangel der Claboration, Secretion, Nutrition und Apposition, welches theils durch den eingeschluckten arsenicalischen oder anderen Staub, welcher die zarten Lympham derer Drüssen in der Lunge und Luftröhre austrocknet, und die nächste Ursache der Circulation und Dichtigkeit des Blutes das Sal Catholocum in Lungen verderbet, theils durch üble Diät und andern schlechten Verhalten veranlasset worden. Denn diese Krankheit dauert lange Zeit, und es erfolget der Tod nicht eher, bis der Cörper gänzlich ausgemergelt worden.»[10]

Unterstützung der bergfertigen Bergarbeiter und der beim Todesfall hinterbliebenen Witwen und Kinder gaben die Knappschaften. Über den «Büchsenpfennig» wurde Geld vom Lohn in die Knappschaftskasse eingezahlt. Daraus wurde die Unterstützung gezahlt. Abraham von Schönberg (1640-1711) definierte 1693 den Begriff «Büchsenpfennig» wie folgt: «Er ist Geld, so von der Bergleute Lohn zu Erhaltung der armen Wittiben und beschädigten Bergleute gesamlet wird, von jedem Thaler wöchentlich 3 Pfennige.»[11] Auch die Gewerken und der Landesherr gaben nach der Reformation regelmässig Beiträge in die Knappschaftskasse.

3. Die medizinisch-wissenschaftliche Erforschung der Schneeberger Lungenkrankheit

Der Schneeberger Bergarzt F. H. Härting und Walther Hesse haben sich in den 1870er-Jahren entschlossen, die mörderische Krankheit zu erforschen, Material zur Erklärung der Schneeberger Bergkrankheit zu sammeln und insbesondere in den Gruben selbst den Ursachen auf den Grund zu gehen. Der studierte Pathologe Hesse war zwischen 1877 und 1879 Amtsarzt in Schwarzenberg. Er war schockiert über den schlechten Gesundheitszustand und vor allem das geringe Lebensalter der Bergarbeiter. Ihre Untersuchung bezogen sie auf die Gruben des sächsischen Blaufarben-Consortium, dem Schneeberger Kobaltfeld. Diese Gruben liegen in den Gemeinden Schneeberg, Neustädtel, Oberschlema, Zschorlau und Lindenau. Dr. Härting nahm an zwanzig durch die Schneeberger Bergkrankheit verstorbenen Patienten Sectionen durch. Diese ergaben im Allgemeinen folgenden Befund: Die Leiche ist mehr oder minder, zuweilen im höchsten Grade abgemagert; die Haut von bleicher, bleichgelber, selten erdfahler Farbe; sie ist trocken und dürre, zeigt aber auch öfters Ödeme, und dann besonders am Halse, im Gesicht und an den oberen Extremitäten. In der eröffneten Brusthöhle findet sich regelmässig auf der Seite, wo der Krebs sitzt, pleuritischer Erguss in grösserer oder geringerer Menge – jedoch selten mehr als 1-1½ Liter gelblich klarer Flüssigkeit, die nur zuweilen blutig gefärbt ist – sowie Adhäsionen zwischen Pleura pulmonalis und costalis, mitunter totale Verwachsung beider, ferner Adhäsionen zwischen den einzelnen Lungenlappen; stets aber finden sich auf der kranken Seite feste, pleuritische Verwachsungen an der Lungenwurzel. Die kranke Lunge ist stets beträchtlich verkleinert, zuweilen bis auf die Grösse von zwei Fäusten reduziert. In den meisten Fällen fand sich das Lymphosarkom nur einseitig als taubenei- bis faustgrosser, etwas derber, gelblichweisser Tumor an der Lungenwurzel, der sich peribronchial, mehr oder minder weit, zuweilen bis an die Peripherie in die eine Lunge hinein fortsetzte, so dass dieselbe von weissgelber Krebsmasse durchzogen erschien. Es fanden sich auch zweimal Tumore von beträchtlicher Grösse, die sich auch im Mediastinum anticum und eine kurze Strecke nach der anderen Seite hin ausgebreitet hatten, bei noch sehr jungen Bergleuten (35 und 36 Jahre alt); beide waren fleissige Arbeiter und viel in den Tiefbauen beschäftigt. Die Leber ist häufig der Sitz von secundären Krebsen und dann meist von sehr zahlreichen, erbsen- bis wallnussgrossen, ja sogar faustgrossen, gelblichen Tumoren durchsetzt und kolossal vergrössert.

Bergbaulandschaft von Schneeberg-Neustädtel (v.r.n.l. Neuer Teich, Fundgrube Gesellschaft, Junge Kalbe, Daniel, Schindler und Siebenschlehen). Foto: Paul Schulz. 1926.

An der Bergkrankheit starben von sämtlichen hier beschäftigten Bergleuten, durchschnittlich etwa 650 Mann, in den Jahren:
1869 – 1871: 63,
1872 – 1874: 47,
1875 – 1877: 40.

An der Lungenkrankheit starben zu jener Zeit 75% der dort beschäftigten Bergleute.[12]
Härting und Hesse waren die ersten Mediziner, die die Vorgehensweise der Epidemiologie nicht nur auf Infektionskrankheiten, sondern auf Krebserkrankungen anwendeten. Durch ihre Untersuchungen kamen sie zu dem Schluss, dass die Todesursache durch die Diagnose Lungenkrebs ihre Ursache in den Bergwerken haben muss. Sie verdächtigten den Arsenstaub als Verursacher des Krebses, weisen aber auch darauf hin, dass in anderen Arsenbergwerken, so in Modum/Schweden, in Dobschau/Slowakei, oder in Leogang/Österreich keine derartigen Krebserkrankungen auftreten. Die Radioaktivität und auch das Radon waren noch nicht entdeckt, so dass sie zu diesem Ergebnis kommen mussten. Die Autoren waren auch der Meinung, der Krebs träte auf «als Lymphosarkom oder, in sehr seltenen Fällen, als Endothelkarzinom; beide Formen gehören zusammen und gehen stets von den Bronchiallymphknoten aus.» Diese histologische Interpretation war falsch. Im Laufe der folgenden Jahrzehnte haben die Pathologen in heftigem Meinungsstreit eindeutig sichergestellt, dass es sich bei dieser Krankheit stets um ein vom Bronchialepithel ausgehendes Karzinom handelt. Die Mitteilungen von Härting und Hesse fanden zunächst in der Fachwelt grosse Beachtung. Diese geleistete Arbeit der beiden Mediziner war beispielgebend für eine Reihe weiterer Wissenschaftler, die sich später diesem Thema weiter widmeten. Aber in den folgenden Jahrzehnten wurde dieses Thema kaum weiter erforscht und es herrschte eine auffallende Stille und Gleichgültigkeit.
Lediglich Richard Ancke griff in seiner Dissertation das Thema auf. Sie erschien 1884 in München und ist beachtenswert, weil in ihr anhand der histologischen Beurteilungen eines einschlägigen Falles die Bedeutung dieser Krankheit für die damaligen aktuellen Diskussionen zu den verschiedenen Krebstheorien deutlich wird. Der Autor sah in ihr eine Stütze für die Virchowsche Hypothese hinsichtlich der ursächlichen Rolle exogener Reize für die Krebsentstehung, und darin lag seiner Meinung nach die besondere Bedeutung der Arbeit von Härting und Hesse, «in welcher nicht nur eine bisher unbekannte, ganz typisch neoplastische Lungenerkrankung beschrieben wurde, sondern auch für diese Geschwulstbildung eine ganz bestimmte Noxe als ätiologisches Moment beschuldigt wurde».[13]
Die Ursachen der Krankheit wurden u.a. in den lokal begrenzten Besonderheiten des Schneeberger Reviers gesucht. Es wurde auch an Erbfaktoren, die sich in Form von Inzucht auswirken könnten, gedacht. Härting und Hesse haben das ausgeschlossen, weil nur die einfahrenden Bergleute vom Lungenkrebs befallen wurden. Es standen auch das nasse und zugige Grubenklima oder auch die Pilzsporen an dem Grubenholz als Auslöser unter Verdacht. Selbst die Fauna in Form von Nematoden (Fadenwürmer) und Gliederfüsser, die in den Gruben nachgewiesen wurden, gerieten unter Verdacht.
Der Wiener Arbeitsmediziner Alfred Arnstein reiste Anfang des 20. Jahrhunderts zweimal nach Schneeberg, um dort persönlich 71 Bergleute zu untersuchen. Er beschäftigte sich besonders mit der Pathologie der Krankheit. Er betrachtete bei seinen Untersuchen auch die sozialen und hygienischen Verhältnisse der Schneeberger Bergleute. 1912 waren in Schneeberg, nach Angaben der Knappschaftspensionskasse in Freiberg, bei der alle Bergarbeiter versichert sind, 289 Bergleute beschäftigt. Er kommt zu dem Schluss, dass die soziale Lage der Bergleute keine besonders gute ist. Der durchschnittliche Jahresverdienst betrug für die Untertagearbeiter im Jahr 1910 972 Mark. Die meisten Bergleute gingen auf Grund des geringen Verdienstes in ihrer Freizeit noch einer Nebenbeschäftigung nach (Kohlen- oder Holzträger, Gartenarbeiter, Geschäftsdiener etc.). Die Wohnverhältnisse sind gut geregelt. So sind manche Häusergruppen fast ausschliesslich von Bergarbeitern bewohnt. Alkoholismus ist nicht weit verbreitet und Alkohol wird meist nur in Form von Bier konsumiert. Schnapstrinker gibt es fast keine. In der nicht im Bergbau beschäftigten Bevölkerung tritt Krebs, insbesondere Lungentumore, nicht gehäuft auf. Von den untersuchten Personen gaben siebzehn an, dass sie sich völlig wohl fühlten. Fünfzig Personen klagten über mehr oder weniger intensive, auf die Atmungsorgane zu beziehende Beschwerden. Sechsundzwanzig gaben aber an, ausserdem Nachtschweisse, Abmagerung oder blutigen Auswurf oder auch mehrere dieser Symptome zu haben. Anke wertete auch Daten der Knappschaftspensionskasse zu den Todesfällen unter den Schneeberger Bergleuten aus. Er kommt zu dem Ergebnis, dass bei den Schneeberger Bergleuten auffallend viele Lungenerkrankungen vorkommen, die am häufigsten als Lungensarkom, relativ selten als Tuberkolose diagnostiziert wurden. Arnstein hat in seinem Aufsatz auch eine Mortalitätsstatistik angefertigt.
In den Jahren 1875 bis 1912 starben insgesamt 665 Bergleute, davon fast drei Viertel an Lungenkrankheiten, fast die Hälfte aller sind mit der Diagnose Lungenkrebs und nur ein Zehntel als Tuberkulose angegeben. Es gab unter den Bergleuten Vorbehalte der Familienmitglieder, die verstorbenen einer Obduktion unterziehen zu lassen, so dass sich dadurch erheb-

Tabelle 2: Mortalitätsstatistik 1875-1912

	1875-1884				1885-1894				1895-1904				1905-1912				1875-1912			
Krankheit	**Schneeberg**	**Neustädtel**	**Zschorlau**	**Zusammen**	**Schneeberg**	**Neustädtel**	**Zschorlau**	**Zusammen**	**Schneeberg**	**Neustädtel**	**Zschorlau**	**Zusammen**	**Schneeberg**	**Neustädtel**	**Zschorlau**	**Zusammen**	**Schneeberg**	**Neustädtel**	**Zschorlau**	**Zusammen**
Lungenkrebs	25	43	19	87	19	37	11	67	12	21	30	63	12	26	21	59	68	127	81	276
Lungenentzündung	5	2	2	9	4	5	3	12	-	4	2	6	1	4	-	5	10	15	7	32
Lungentuberkulose (Phthise)	2	9	8	19	4	5	12	21	5	3	2	10	2	9	3	14	13	26	25	64
Pleuritis	1	2	-	3	-	7	2	9	4	7	1	12	-	1	1	2	5	17	4	26
Sonstige Lungenerkrankungen	2	5	5	12	2	10	14	26	6	7	3	16	-	4	3	7	10	26	25	61
Summe der Lungenerkrankungen	-	-	-	**130**	-	-	-	**135**	-	-	-	**107**	-	-	-	**87**	-	-	-	**459**
Bergfertig †	8	-	-	8	-	-	-	-	1	1	0	2	-	-	-	-	9	1	-	10
Herz-, Gefäßleiden	2	-	1	3	-	2	1	3	-	3	1	4	2	9	3	14	4	14	6	24
Nierenleiden	-	1	-	1	-	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	3
Magen-, Darm-, Leberkrebs	5	8	3	16	3	4	1	8	1	4	1	6	4	5	3	12	13	21	8	42
Andere Krebsarten	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	1	1	-	1	-	1	-	5	1	6
Altersschwäche	-	6	2	8	4	7	2	13	3	3	2	8	2	3	4	9	9	19	10	38
Verletzungen	2	8	2	12	1	3	4	8	2	1	1	4	-	2	-	2	5	14	7	26
Gehirnerkrankungen, Krämpfe	4	5	2	11	2	6	1	9	2	6	1	9	1	1	2	4	9	18	6	33
Varia	1	-	2	3	1	3	6	10	-	5	1	6	-	4	1	5	2	12	10	24
	57	89	46	192	40	94	57	191	37	65	46	148	24	69	41	134	158	317	190	665

liche Schwierigkeiten bei der Erforschung der Krankheit ergaben.[14]

Erst 1925 wurde der Schneeberger Lungenkrebs in der ersten Berufskrankheitenverordnung als Berufskrankheit aufgenommen. Er wurde aber nur als Berufskrankheit anerkannt, wenn gleichzeitig eine Silikose bestand. Aus diesem Grund konnten bei vielen vom Lungenkrebs betroffene Bergleuten die Erkrankung nicht als Berufskrankheit anerkannt werden.[15]

4. Entdeckung der Radioaktivität und des Urans

Um die weitere Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses zu verfolgen, ist es erforderlich einen Exkurs in die Entdeckung des Urans, des Radiums, der Radioaktivität und der Zerfallsprodukte des Urans zu unternehmen.

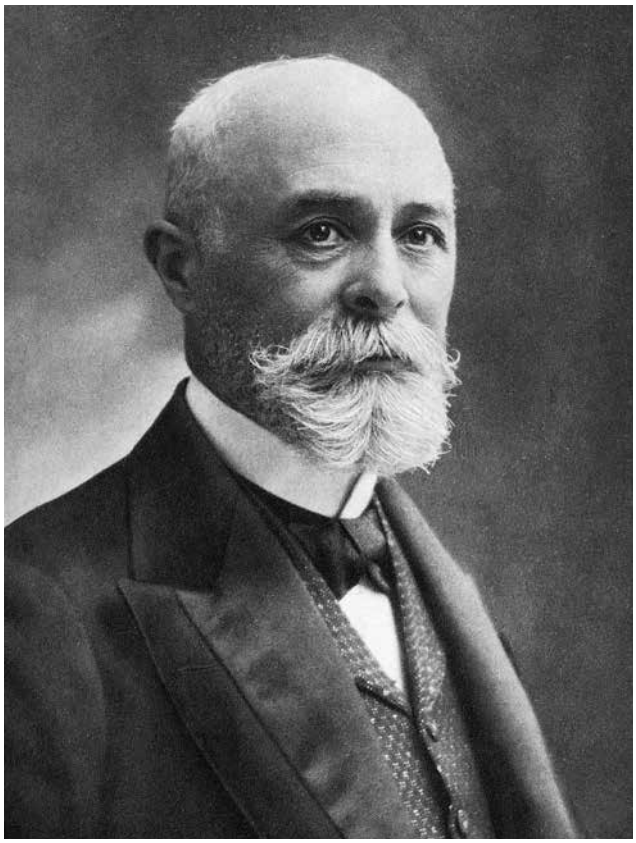
Die Bergleute des Erzgebirges stiessen bei der Suche nach nutzbaren Erzen auch auf ein schwarzes, schweres und glänzendes Erz, welches sie nicht verhütten konnten. Sie nannten es wegen des pechartigen Aussehens Pechblende. Die Blende wurde folgendermassen bezeichnet: «Blende, ist eine glintzernde Berg-Art, schwartz und auch gelb, so kein Metall führet, und offt den Bergmann blendet und betrügt.»[16] Eine der ältesten Erwähnungen der Pechblende erfolgte von dem Naturforscher Johannes Kenntmann (1518-1674). Er nannte es als Plumbago sterilis pici similis (pechartige sterile Blende).

Der Chemiker und Apotheker Martin Heinrich Klaproth (1743-1817) hat sich besonders für Mineralanalysen interessiert und 1789 in einer Pechblende der Grube Georg Wagsford in Johanngeorgenstadt ein neues chemisches Element entdeckt. Er gab dem Element den Namen Uran, nach dem Planeten Uranus, den der deutschstämmige Astronom Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822) zufällig am 13. März 1781 entdeckt hatte. Dieser wurde wiederum nach dem griechischen Gott Uranos benannt.

Die Entdeckung der radioaktiven Strahlung erfolgte zufällig durch den französischen Physiker Antoine-Henri Becquerel (1852-1908). Er war seit 1892 als Professor am Museum national de l'histoire naturelle in Paris tätig und beschäftigte sich dort mit Themen der Optik, insbesondere mit Phosphoreszenz- und Fluoreszenzphänomenen. Der Entdeckung der radioaktiven Strahlen durch Becquerel war die Entdeckung der X-Strahlen, den späteren Röntgenstrahlen, durch Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) am 8. November 1895 vorangegangen. In einem Gespräch mit dem Mathematiker Henri Poincaré (1854-1912) erfuhr Becquerel, dass die

Uranpechblende, sog. Blasenerz aus dem Erzgebirge. Foto: https://www.flickr.com/photos/bion-erd/4058064866.

X-Strahlen von der Stelle der Röhrenwand ihren Ausgang nehmen, an der die Katodenstrahlen auftreffen und die dabei eine Fluoreszenz aufweist. Diese Information löste bei Becquerel den Gedanken aus, ob vielleicht fluoreszierende Körper neben dem Fluoreszenzlicht auch noch eine den Röntgenstrahlen ähnliche Strahlung aussenden. Er begann seine Untersuchungen umgehend und legte eine grosse Zahl von phosphoreszierenden Stoffen nach einer vorangegangenen Sonnenlichtexposition auf verhüllte Photoemulsionsplatten. Zum Schluss seiner Versuchsreihe gelang es ihm mit Kristallplättchen von Uranylkaliumsulfat einen Effekt ähnlich dem der Röntgenstrahlen zu erzielen.
In der folgenden Woche wollte er seine Experimente fortsetzen, fehlender Sonnenschein, den er für die Anregung der Phosphoreszenz als nötig erachtete, hinderte ihn jedoch daran. Als er seine vorbereitete Versuchsanordnung am 1. März 1896 trotz unzureichender Sonnenexposition entwickelte, fand er entgegen seiner Erwartung und zu seiner grossen Überraschung den Uranyleffekt viel intensiver als zuvor nach Sonnenlichtanregung. Damit war die spontane Strahlung der Uraniumkristalle entdeckt, über die Becquerel am 2. März 1896 vor der Französischen Akademie der Wissenschaften berichtete.[17]
Die polnische Wissenschaftlerin Marie Curie (1867-1934), die seit 1891 an der Pariser Sorbonne Physik studierte, suchte 1897 ein Thema für ihre weiteren Forschungen und ihre Doktorarbeit. Sie nahm sich der Entdeckung Becquerels an und wollte die Natur der Uraniumstrahlen erforschen. Dabei griff sie bei ihren Untersuchungen auf ein piezoelektrisches Elektrometer zurück, welches ihr Mann mit seinem Bruder zuvor entwickelt hatte. Damit konnte sie das Aktivitätsverhalten ihrer Proben präzise bestimmen.
Bei der Suche nach weiteren spontan strahlenden Stoffen kam ihr der deutsche Physiker G. C. Schmidt (1865-1949) in Erlangen zuvor. Er berichtete bereits am 4. Februar 1898 vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin, dass Thorium und Thoriumverbindungen ähnliche Strahlen wie die Uransalze aussenden. Das Thorium sollte dann später bei der Entdeckung der Emanation eine bedeutende Rolle spielen.
Am 12. April 1898 berichtete Marie Curie ebenfalls über die strahlenden Eigenschaften des Thoriums, die sie unabhängig von Schmidt gefunden hatte. In ihrem Bericht beschrieb sie auch, dass bei ihren Untersuchungen einige Uranmineralien, wie Pechblende oder Chalcolith, eine grössere Aktivität zeigten als Uranmetall selbst. Die von ihr untersuchte Pechblende hatte beispielsweise eine viermal so grosse Strahlenaktivität wie das Uranmetall. Curie zog daraus den Schluss, dass in den erwähnten Mineralien neben dem Uran noch ein anderes, viel aktiveres Element enthalten sein muss.



Henri Becquerel. Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Portrait_of_Antoine-Henri_Becquerel.jpg

Ihr Ehemann gab seine eigenen Forschungsarbeiten auf und unterstützte seine Frau bei ihren weiteren Untersuchungen. Sie isolierten mittels fortschreitender fraktionierter Kristallisation unter laufender Strahlungsmessung immer stärkere aktive Bestandteile der Ausgangsmaterialien.

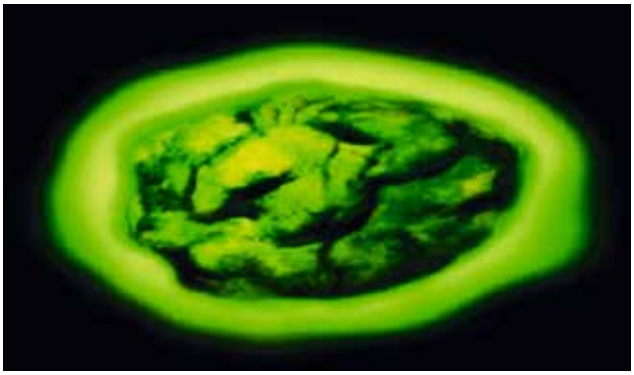
Marie Curie in ihrem Laboratorium.

Bereits am 18. Juli 1898 konnten die Curies eine Wismutfraktion mit einer 400mal stärkeren Aktivität als Uran isolieren. Dem für diese hohe Aktivität verantwortlichen Faktor sprachen sie den Charakter eines neuen, bisher unbekannten Elementes zu, dem sie entsprechend dem Heimatlandland Maries den Namen Polonium gaben. In einer bei weiteren Laborarbeiten gewonnenen Bariumfraktion gewannen sie ein Bariumpräparat mit einer 900mal aktiveren Strahlung als Uran. Für das vermutete bisher unbekannte Element schlugen sie den Namen Radium vor. Für die Strahlung, dem von Bequerel entdeckte Phänomen, verwendeten die Curies erstmals den Namen «Radioaktivität».
Bei ihren Forschungen untersuchten die Curies verschiedene uranhaltige Materialien, dabei fanden sie in der Pechblende aus Johanngeorgenstadt die höchsten Strahlungswerte. Nur wenig geringer waren die Werte einer Pechblende aus dem böhmischen St. Joachimsthal. In St. Joachimsthal wurden Uranerze seit 1853 in der staatlichen Uranfarbenfabrik vorrangig zur Herstellung uransalzhaltiger Farben für die Glas- und Keramikindustrie verarbeitet. Die Uranerze wurden dabei zerkleinert, mit Soda geröstet und mit warmem Wasser und verdünnter Schwefelsäure versetzt. In der Lösung befand sich nun das zu isolierende Uran. Der unlösliche Rückstand war für die Uranproduktion wertlos und wurde auf Halde geschüttet. Die Curies vermuteten, dass in den Haldenrückständen das von ihnen gesuchte Radium bereits angereichert sein müsste. Pierre Curie wandte sich in der Angelegenheit nach Wien an Eduard Suess (1831-1914). Dieser war der optimale Ansprechpartner in dieser Angelegenheit, da er ab 1898 Präsident der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und korrespondierendes Mitglied der Französischen Akademie der Wissenschaften war. Suess reichte Curies Ersuchen an das zuständige Ackerbauministerium weiter. Die Curies erhielten aus St. Joachimsthal insgesamt 23,6t des Haldenmaterials. Bis 1902 konnten sie in einem zu einem Schuppen umgebauten Laboratorium in Paris aus einer Tonne Ausgangsmaterial ein Dezigramm sehr reinen Radiumchlorids erzeugen. Bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges hatte Marie Curie etwa ein Gramm Radium gewonnen. Theoretisch hätten bei voller Ausbeute aus den 23,6t Haldenmaterial rund 12g Radium gewonnen werden können.[18]
Marie und Pierre Curie erhielten zusammen mit Henri Becquerl in Anerkennung der ausserordentlichen Leistungen, die sie sich durch ihre gemeinsame Forschung über die von Professor Henri Becquerel entdeckten Strahlungsphänomene erworben haben, 1903 den Nobelpreis für Physik. Am 10. Dezember 1911 erhielt sie den zweiten Nobelpreis, diesmal für Chemie «in Anerkennung ihrer Verdienste um den Fortschritt der

Uranfarbenfabrik in Joachimsthal um 1900.

Chemie durch die Entdeckung der Elemente Radium und Polonium, durch Isolierung des Radiums und die Untersuchung der Natur und der Verbindungen dieses bemerkenswerten Elementes».[19]
1901 tagte der Kongress für Radiologie und Elektrizität in Brüssel. Auf dieser Tagung wurde unter anderem der sogenannte Radiumstandard festgelegt. Als Standard sollte von Marie Curie eine Probe von 20 Milligramm kristallwasserfreiem Radiumchlorid hergestellt werden. Als Masseinheit für die Aktivität eines radioaktiven Stoffes wurde «Curie» bestimmt. Ein Curie entspricht der Aktivität von einem Gramm Radium-226. Diese Masseinheit wurde bis ca. 1985 benutzt und dann von der SI-Einheit Becquerel abgelöst. Ein Curie entspricht dabei $3{,}7\text{-}10^{10}$ Becquerel und ein Becquerel entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde.

5. Die Entdeckung des Radons
Die Curies beobachteten bei ihren Forschungen ein sehr auffälliges Phänomen, über das sie erstmals am 6. November 1899 vor der Akademie der Wissenschaften in Paris berichteten. Sie hatten beobachtet, dass die Strahlung von Polonium und Radium umgebende inaktive Substanzen eine bestimmte, ziemlich lang anhaltende Radioaktivität mitteilten. Sie bezeichneten diesen Vorgang als «induzierte Radioaktivität». Dabei stellten sie fest, dass die induzierte Aktivität nach dem Entfernen der radioaktiven Substanzen allmählich wieder zurückging. Diese Erscheinung konnten sie nur bei sehr aktiven Substanzen, mit einer 5000 bis 50 000 Mal



Durch die hohe Strahlung leuchtendes Radium.

so grossen Aktivität wie die des Uraniums beobachten. Eine Erklärung für dieses Phänomen konnten die Curies jedoch nicht geben.
Auch Ernest Rutherford (1871-1937) konnte dieses Phänomen beobachten. Anfang 1900 berichtete er in zwei umfangreichen Arbeiten über die Ergebnisse seiner Untersuchungen zur Aufklärung dieser Beobachtungen. Er erklärt es mit der Annahme, dass das Thoriumoxid neben der gewöhnlichen Strahlung ständig radioaktive Teilchen aussendet, die ihre Aktivität mehrere Minuten behalten und in der Lage sind, benachbarte Körper für mehrere Tage ebenfalls radioaktiv zu machen. Die Ursache vermutet er in einer gasförmigen Absonderung des Thoriums. Er bezeichnet dies als «Emanation». Im Mai 1900 werden die Ergebnisse Rutherfords in einer deutschsprachigen Kurzfassung publiziert. Er hatte die Emanation des Thoriums, das Thoron entdeckt. Rutherford hatte nach ähnlichen Effekten auch beim Uranium und dem neu entdeckten Polonium sowie dem Radium gesucht, jedoch ohne Erfolg, da die ihm zur Verfügung stehenden Präparate eine zu geringe Aktivität hatten und ausserdem mit Unreinheiten versetzt waren. In Halle treibt der deutsche Physiker Ernst Dorn (1848-1916) die Experimente von Rutherford mit wesentlich aktiveren Radiumpräparaten weiter und es gelingt ihm die Emanation des Radiums nachzuweisen. Damit wurde Dorn zum Entdecker der Emanation des Radiums. 1899 konnte durch Debierne, einem Mitarbeiter der Curies, ein weiteres radioaktives Element, das Actinium, aus der Uranpechblende isoliert werden. 1903 konnte er eine Emanation des Actiniums nachweisen.
Die Entdeckungsgeschichte des Radongehaltes der natürlichen Atmosphäre ist mit den Namen der beiden deutschen Forscher Julius Ester (1845-1920) und Hans Geitel (1855-1923) verbunden. In ihrem privaten physikalischen Forschungslaboratorium erbrachten sie den Nachweis, dass sich in der natürlichen Atmosphäre Radon befindet. Sie wollten nun die Quelle der in der Luft nachweisbaren Emanation finden. Da sie diese besonders hoch in Höhlen und Kellern fanden, vermuteten sie den Ursprung im Erdreich. Luftproben, welche sie aus dem Erdreich entnahmen, bestätigten ihre Annahme. Die Untersuchung einer langen Reihe von Erd-, Gesteins- und Mineralproben ergab als Quelle der Emanation den Gehalt der Proben an Radium, dem Glied der Uranium-Zerfallsreihe. Ihre Forschungsergebnisse wurden wenig später durch den Nachweis von Radon im Wasser an drei verschiedenen Orten bestätigt. Das Radon wurde jedoch nie in Oberflächenwasser nachgewiesen. Ester und Geitel finden bei ihren weiteren Untersuchungen einen besonders hohen Gehalt an radioaktiver Substanz in einem aus einer Sprudeltherme bei Battaglio in Italien stammenden Fangoschlamm. In den folgenden Jahren untersuchten mehrere Wissenschaftler die verschiedensten Quell- und Brunnenwässer sowie deren Sedimente fast aller bekannten Heilbäder auf ihren Aktivitätsgehalt. Durch die Ergebnisse der Untersuchung des Fangoschlamms von Battaglio formulierten Ester und

Geitel folgende Aussage: «Es bedarf wohl kaum des Hinweises, wie nahe es liegt, die dem Fangoschlamm zugeschriebene Heilwirkung mit den Reizerscheinungen der Haut und Nerven in Zusammenhang zu bringen, die durch Becquerelstrahlen hervorgerufen werden». Damit wurde die therapeutische Nutzung der Radiumemanation eingeleitet.[20]

In Folge dieser Erkenntnis wurden in St. Joachimsthal die radioaktiven Wässer ab 1906 in ersten privaten Badeanstalten für Heilanwendungen genutzt. Das moderne und imposante Kurhotel Radium-Palast wurde 1912 eingeweiht und bot Radon-Kuren der Luxusklasse an. Auch in Sachsen wurde man hellhörig und der Staat wollte diese Wässer, ebenfalls nutzen. In einer Verordnung vom 17. September 1908 wurden radioaktive Mineralien und Wässer zum Staatseigentum erklärt und die unberechtigte Nutzung unter Strafe gestellt. Das königlich-sächsische Finanzministerium hat bereits im Juli 1908 die Bergakademie in Freiberg beauftragt die Quell- und Grubenwässer auf ihre Radioaktivität zu untersuchen. Die Untersuchungen übernahm Carl Schiffner (1865-1945), er war seit 1902 Professor für Hüttenkunde und Elektrometallurgie an der Bergakademie.

Begonnen hat er seine Arbeit im Raum Oberwiesenthal. Später stand ihm der Assistent Dr. Max Arthur Weidig (1879-1912) zur Seite. Weidig wurde 1911 zum Privatdozenten und 1912 zum a.o. Professor für Radioaktivität und radioaktive Substanzen berufen. Er starb aber bereits im Alter von erst 34 Jahren am 5. November 1912. Die Arbeiten wurden auch in hervorragender Weise vom Werkbaumeister des Königlichen Blaufarbenwerkes Oberschlema unterstützt. Sie untersuchten in ganz Sachsen über eintausend Stollen-, Quell- und Brunnenwässer-Proben. Ihre Untersuchungsergebnisse veröffentlichten sie in der Monographie «Radioaktive Wässer in Sachsen».[21] Bei diesen Untersuchungen wurden in den Grubenwässern des Markus-Semmler-Stolln eine ausserordentlich hohe Radon-Aktivitätskonzentration von über 4000 Mache-Einheiten (53 kBq/l) gemessen. Ausserdem enthielt die Grubenluft erhebliche Radongehalte. Aus diesen Erkenntnissen wurde 1918 das Radiumbad-Oberschlema eröffnet. Auch die Quellen mit einem sehr starken Emanationswert bei Sohl und Brambach wurden während der Untersuchungen aufgefunden und gaben Anlass hier ein weiteres Radonheilbad zu gründen. Dem oben erwähnten Radium-Boom wurde man an der Bergakademie mit der Gründung des Radium-Institutes am 1. April 1913 gerecht.

Ab 1916 bis 1927 waren Professor Paul Ludewig und von 1928 bis 1948 Gustav Aeckerlein die Direktoren des Institutes. Für die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration im Wasser benutzte man die spezielle Mache-Einheit (ME). Sie kann einfach in die Einheit Becquerel je Liter umgerechnet werden: 1 ME = $3{,}64 \times 10^{-10}$ Ci/l = 13,36 Bq/l. Im Mai 1921 fand an der Bergakademie Freiberg der Radium-Kongress statt. An ihm nahmen alle namhaften Wissenschaftler und Institutionen teil, welche sich mit Radioaktivitätsforschungen befassten. So waren auch Professor Otto Hahn, Professorin Liese Meitner und Professor Hans Geiger zugegen. Auf dem Kongress wurde unter anderem als praktische Einheit der Radioaktivität von Quellen 10^{-10} Curie je Liter empfohlen und den eigenen Namen Eman dafür zu verwenden: 1 Eman = 10^{-10} Ci/l = 3,7 Bq/l. Mit der Gründung des Radium-Instituts an der Bergakademie Freiberg wurden die Forschungen zur Radioaktivität in Sachen endlich auf eine wissenschaftliche Basis gestellt, die 2006 leider eingestellt wurden.[22]

6. Die gesundheitsschädigende Wirkung der Radiumstrahlen wird entdeckt

Das Strahlung bösartiges Gewebe zerstören kann, hatte man schon an den Röntgenstrahlen festgestellt. Die Strahlungsintensität konnte aber mit der grossen und unhandlichen Apparatur schlecht dosiert werden. Hier sah man einen Ausweg in dem neu Entdeckten Radium und den Präparaten, wie Radiumbromid, Radiumchlorid oder Radiumsulfat. Diese in kleine Ampullen eingeschweissten Präparate konnten auch an schwer zugänglichen Körperstellen eingesetzt werden. Radioaktive Substanzen wurden sogar in bösartige Tumore eingespritzt. Es setzt ein wahrer Radiumboom ein, der auch die Preise für das nur in geringen Mengen herstellbare Radium in die Höhe schnellen liessen. Die

Karte des Kgr. Sachsen mit der Verbreitung von radioaktiven Wässern und Uranpecherzen.

Unkenntnis über die Folgeschäden der radioaktiven Strahlung war auch unter den Medizinern vorhanden. Es wurden Trinkkuren mit stark verdünnten wässrigen Lösungen von Radiumsalzen empfohlen. Es gab Radium-Zwieback, Radium-Zahnpasta, Radium-Crème, Radium-Haartinktur und auch Radium-Schokolade sowie Radium-Butter.

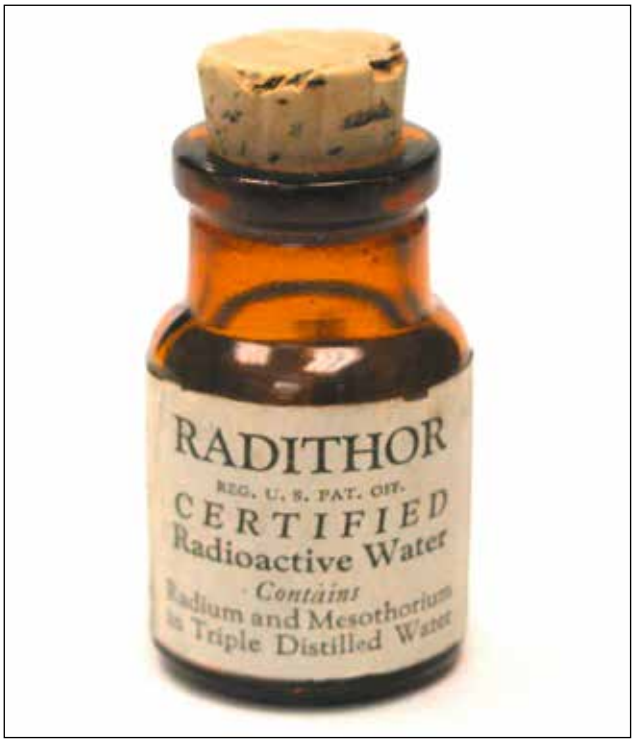
Zwei spektakuläre Vorfälle liessen nach einigen Jahren der Anwendung derartiger radioaktiven Mittel die Gefährlichkeit zu Tage treten.

Der Badezusatz «Radithor» aus den Zwanzigerjahren des vorigen Jahrhunderts wurde vom Denver Radium Service als Mittel gegen Nervosität, Schlaflosigkeit, allgemeine Erschöpfung, Arthritis und Rheuma vertrieben. Die kleine Flasche «Radithor» enthielt ca. 14 g dreifach destilliertes, mit Ra-226 (Radium) und Ra-228 (Mesothorium) versetztes Wasser. Der Hersteller des Produkts, die Firma Bailey Radium Laboratories in East Orange, New Jersey, USA, garantierte eine Aktivität der beiden Radiumisotope von mindestens jeweils 1 Mikrocurie und bot demjenigen, der den Nachweis erbringen könne, dass ihr «Radithor» weniger als die genannte Strahlungsaktivität aufweisen sollte, eine Summe von 1000 US-Dollar. Bailey Radium Laboratories musste diese Summe nie auszahlen. Unzweifelhaft ist der Tod des amerikanischen Geschäftsmannes und Golf-Champions Eben Byers mit der Anwendung von «Radithor» verknüpft. 1928 begann Byers auf Empfehlung seines Arztes mit der Einnahme von «Radithor» zum Auskurieren einer Unfallverletzung. Auch nach Ausheilung der Verletzung behielt Byers die «milde» Radiumtherapie bei und trank durchschnittlich drei Flaschen «Radithor» täglich. Erst nach dem Auftreten von Zahnausfall und von Wunden an der Schädeldecke beendete Byers im Jahre 1930 die «Radithor»-Anwendung. Sein Tod im Jahre 1932 alarmierte die Mediziner und die Öffentlichkeit. Erst jetzt begann endlich die breite Öffentlichkeit, die von solcher Art missbräuchlicher Verwendung des Radiums ausgehenden Gefahren zu erkennen.

Ausschank von Radiumwasser in Schlema.

Ein weiterer Vorfall mit vielen Todesopfern durch die Anwendung radioaktiver Substanzen ereignete sich Mitte der 1920-Jahre ebenfalls in den USA. Hier wurden Zifferblätter und Zeiger von Uhren und andere Instrumente mit radiumhaltiger Leuchtfarbe versehen. Die Pinsel spitzten die Frauen mit den Lippen immer wieder an um damit die erforderliche feine Strichstärke zeichnen zu können. Einige Frauen malten sich auch ihre Fingernägel damit an. Die Ehemänner dieser Frauen berichteten, dass diese nachts leuchtende Gesichter und Finger hatten. Viele Frauen erkrankten an Anämie, Knochenbrüchen und Nekrosen des Kiefers, was später als Radiumkiefer bezeichnet wurde. Es kam zu dutzenden Todesfällen unter den Arbeiterinnen. Es folgten langwierige Gerichtsprozesse gegen die Arbeitgeber und man wurde sich nun der Gefährlichkeit der radioaktiven Strahlung bewusst. Dieser Vorfall ging unter den Namen Radium-Girls in die Geschichte der Radiumforschung ein.[23]

Auch Marie Curie starb an den Folgen der radioaktiven Verstrahlung. Bereits 1898 litt sie an Entzündungen der Fingerspitzen, welches die ersten bekannten Symptome der Strahlenkrankheit waren. Sie starb am



«Radithor» Radiumwasserpräparat als Medizin aus den USA.

4. Juli 1934 im Sanatorium Sancellemoz bei Passy an einer «aplastischen perniziösen Anämie», die vermutlich auf ihren langjährigen Umgang mit radioaktiven Elementen zurückzuführen ist. Dieser Auffassung war Claude Regaud, Professor am Radium-Institut Paris, der schrieb, dass man sie zu den Opfern des Radiums zählen könne.

7. Die Erforschung der Schneeberger Lungenkrankheit nach dem Ersten Weltkrieg

1921 beschäftigte sich Margarete Uhlig vom Pathologischen Institut des Friedrichstädter Krankenhauses in Dresden in ihrer Dissertation «Über den Schneeberger Lungenkrebs»[24] mit dem Thema. Der Lungenkrebs war nach wie vor aktuelles Thema in den Schneeberger Gruben. Sie berichtet von einer Petition, welche 1904 von 72 Bergarbeitern der Grube Daniel und Siebenschlehen an das Bergamt gestellt wurde. Hier waren innerhalb von zwei Jahren zehn Bergleute am Lungenkrebs gestorben. Sie forderten eine Untersuchung «inwieweit sich eine Abhilfe erzielen lässt, welche den Keim der frühen Sterblichkeit der Belegschaft beseitigt». Das Bergamt ergriff die Initiative und setzte die tägliche Arbeitszeit von zehn auf acht Stunden herab. Weiterhin wurden statistische Untersuchungen durchgeführt und Massnahmen zur Verhinderung des Staubes erfasst. Der Erfolg blieb jedoch aus. Die Ursache für das Auftreten des Schneeberger Lungenkrebses kann auch Uhlig nicht geben. Sie gibt aber einen Hinweis auf einen Zusammenhang mit der Disposition in den Gruben und der Lungenkrankheit.

Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, starben von 1912 bis 1919 zwölf Bergarbeiter an Lungenkrebs.

Jahr	Sterbefälle	Beschäftigte Arbeiter insgesamt
1912	5	218
1913	2	222
1914	1	212
1915	1	176
1916	2	150
1917	-	204
1918	-	247
1919	1	210
Gesamt	12 (0,7%)	1639

Tabelle 3: Sterbefälle in den Jahren 1912 bis 1919[25]

Nach dem ersten Weltkrieg wurde Sachsen 1918 Freistaat und erhielt eine eigene Landesregierung. Die Gesundheitsbehörde des Freistaates sah sich auf Grund weiterer Diskussionen um den Schneeberger Lungenkrebs angehalten, die Forschung zu dieser Krankheit nach dem Krieg wieder aufzunehmen. Federführend dabei war der damalige Landesgewerbearzt in Sachsen A. Thiele und der Präsident des Landesgesundheitsamtes F.A.Weber. Weber wurde auch Präsident des neu gebildeten «Landesausschuss zur Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheit in Sachsen». Durch dieses Gremium wurde ein «Arbeitsausschuss für die Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses in Sachsen» gebildet. Den Vorsitz dieses Gremiums übernahm ebenfalls Weber. Massgebliche Wissenschaftler und Mitarbeiter an dem mehrjährigen Forschungsprojekt waren die Dresdner Internisten O. Rostoski und E. Saupe, der Dresdner Pathologe G. Schmorl sowie Professoren der Universität Leipzig und Bergärzte und praktizierende Ärzte des Schneeberger Reviers. Weiterhin Medizinalrat und Sanitätsrat am Pathologischen Institut des Krankenstiftes Zwickau Professor Risel. Er nahm für dieses Projekt einige Sektionen vor und untersuchte die Lungen der verstorbenen Bergarbeiter. Es war sehr schwierig, die Angehörigen der Verstorbenen zu bewegen, einer Sektion zuzustimmen. Deshalb wurde von der konsortschaftlichen Grubenverwaltung Schneeberg eine Prämie von 50 Mark ausgesetzt, wenn sie einer Sektion zustimmten. 1921 wurde diese Prämie auf 250 Mark erhöht. Unter den Schneeberger Bergarbeitern wurden von 1922 bis 1926 insgesamt 5 Reihenuntersuchungen durchgeführt. Es wurden 154 Personen erfasst, von denen innerhalb 3½ Jahren 21 verstarben. Unter diesen wurden an 13 Personen durch Sektion die Diagnose Lungenkrebs gestellt. Im Juli 1921 gibt Risel vor dem Ausschuss einen Bericht zur Situation der Schneeberger Bergleute. Er betrachtet dabei auch soziale Aspekte wie Wohnverhältnisse, Ernährung, hygienische Verhältnisse. In den Gruben betrachtet er Verhältnisse zu Feuchtigkeit, Frischluftverhältnisse vor Ort, Staub, aber auch Parasiten und Pilze am Grubenholz und im Grubenwasser.[26]

Um die Bevölkerung und vor allem die Grubenarbeiter über den Schneeberger Lungenkrebs und über die Arbeit des Arbeitsausschusses aufzuklären, wurde am 8. Juni 1921 mit einem Flugblatt eine Einwohnerversammlung vom Verband der Bergarbeiter Deutschlands, im Ratskeller Schneeberg durchgeführt. Hier wurde noch einmal besonders um die Zustimmung der Angehörigen von verstorbenen Bergarbeitern für eine Sektion geworben.

Durch das Flugblatt und die Versammlung entstand eine erhebliche Unruhe unter der Grubenbelegschaft und verursachte Angst vor dem Lungenkrebs. Aus diesem Grund verliessen 14,6% der Belegschaft die

Arbeitsstelle und suchten sich eine neue Beschäftigung. Im Juli 1921 wird Professor Dr. Ludewig vom Radiuminstitut der Bergakademie Freiberg durch den Arbeitsausschuss angefragt, ob er Untersuchen an den Schneeberger Grubenwässern vornehmen könne, um zu erforschen, welche Rolle die Emanationen auf die Atmungsorgane haben. An Professor für Chemie Dr. Otto Brunck (1866-1946), dem Nachfolger von Clemens Winkler, wurde die Anfrage gestellt, die Auswirkungen von Arsenstaub auf die Lungen zu erforschen. Prof. Ludewig antwortete auf dieses Schreiben: «Um die Frage nach der Möglichkeit einer radioaktiven Ursache des Schneeberger Lungenkrebses zu klären, müsste in dem fraglichen Gebiet eine *systematische* Durchforschung der Luftradioaktivität vorgenommen werden, denn nur der Emanationsgehalt der Luft könnte meiner Ansicht nach für das Auftreten des Lungenkrebses verantwortlich gemacht werden. Ich halte es für sehr wohl möglich, dass durch die dauernde Einatmung geringer Emanationsmengen die radioaktiven Zerfallsprodukte sich in der Lunge festsetzen und anreichern und dass dadurch und durch die direkte Wirkung der Emanation eine Reizung entsteht, die zu Krebs führt.»[27] Prof. Ludewig schlägt vor, die entsprechenden Messungen der Luftradioaktivität der Grubenluft durchzuführen und auch mit Tierversuchen in der Grubenluft zu arbeiten. Als Kostenanschlag gibt er ca. 10 000 Mark an.

In einem Schreiben vom 22. Aug. 1921 weist Humitz aus dem Chemischen Laboratorium der Bergakademie Freiberg auf auffällig viele Todesfälle unter den Chemikern der Blaufarbenwerke hin. So starb der Geheime Rat Winkler an Lungenkrebs. Auch aus dem Oberhüttenamtslaboratorium starben innerhalb weniger Jahre der Vorstand, Bergrat Schertel, der Chemiker Dr. Frenzel und der Laboratoriumsdiener Hofmann an Krebs. In der Sitzung des Landesauschusses zur Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheit vom 22. Juli 1922 wird bekanntgegeben, dass an staatlichen Mitteln zur Erforschung der Krebskrankheit 100 000 Mark bereitgestellt werden. Weiterhin stellen das Blaufarbenkonsortium Niederpfannenstiel 2000 Mark und die Amtshauptmannschaft Schwarzenberg 3000 Mark zur Verfügung. Von der Firma Koch & Sterzel wurde für die Dauer der Untersuchungen ein modernes Röntgengerät kostenlos zur Verfügung gestellt. Bisher konnte Herr Saupe 108 von 128 Bergleuten der Belegschaft und 30 Berginvaliden untersuchen.[28]

Die von Professor Ludewig durchgeführten Untersuchungen der Grubenluft brachten als Ergebnis einen beträchtlichen Emanationsgehalt der Grubenluft. Besonders an Orten wo die Bewetterung ungenügend ist, gab es sehr hohe Werte. Der höchstgemessene Wert wurde in der Grube Türkschacht mit 182 Eman/l (50 ME/l) gemessen. Auch hier wird wieder die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass die hohen Emanationswerte und das Einatmen der Grubenluft zum Lungenkrebs führen kann. Woher die hohen Emanationswerte stammen, bleibt weiter ungeklärt.[29]

Prof. Rostoski und Dr. Saupe legten den Bericht zu ihren Untersuchungen im Mai 1926 vor.[30] Neben den Bergleuten haben sie 362 Personen aus der nichtbergmännischen Bevölkerung untersucht. Bei diesen Personen gab es keinen einzigen Verdacht auf einen Lungentumor. Auch diese Untersuchungen konnten nicht klären, was die Ursache für das endemische Auftreten des Lungenkrebses ist. Rostoski und Saupe weiteten ihre Untersuchungen auf die Bergarbeiter in Johanngeorgenstadt aus. Sie haben die gesamte Belegschaft, insgesamt 35 Bergarbeiter und 4 Berginvaliden untersucht. Von den Vätern der Bergarbeiter waren in der Vergangenheit 10 an Lungenkrebs gestorben und ein Erkrankter lebte noch. Die Rötgenuntersuchung die bei der Belegschaft durchgeführt wurde, ergab keinen Hinweis auf Lungenkrebs, es waren aber Staublungen in einem nicht besonders hohen Prozentsatz vorhanden.[31]

Um zu untersuchen, ob der Schneeberger Lungenkrebs auch in anderen Bergwerken bzw. Regionen auftritt, wurden die Untersuchungen auch auf die Gruben des Altenberger Zwitterstockwerkes und auf die Grube der Stahlwerke Becker in Zinnwald ausgedehnt. Es wurden aber keine Fälle von Lungenkrebs aus diesen Gruben nachgewiesen.[32]

Der Medizinalrat und Chefarzt der chirurgischen Abteilung des Stadtkrankenhauses in Aue, Kurt Lange veröffentlichte 1935 eine Untersuchung mit der Fragestellung, ob die Radiumstrahlung disponierender und auslösender Faktor für den Lungenkrebs ist oder nicht. Lange legte innerhalb von dreieinhalb Jahren eine Statistik über nachgewiesene Lungen-Karzinome an. In 266 Fällen zeichnete er die Arbeitsorte der Bergarbeiter auf geologischen Karten ein. Dabei stellte er fest, dass im Bereich der kontaktmetamorphen Gesteine, wo der höchste Radiumgehalt vorhanden ist, das Auftreten der Krankheit dreimal so häufig erfolgte, wie im Bereichen mit Glimmerschiefer oder Phyllit, die radiumärmer sind. Lange äusserte aber, dass die untersuchten Krankheitsfälle zahlenmässig noch zu gering sind, um endgültige Schlüsse daraus zu ziehen. Er sieht aber die Möglichkeit, dass das Radium in den untersuchten Fällen der allgemein disponierende Faktor sein könnte, der an Geweben mit gehäufter Reizeinwirkung die lokale Krebsentstehung ermöglichte.[33]

In den Joachimsthaler Gruben wurden ebenfalls Befragungen durchgeführt ob hier Lungenkrebs auftritt. Das wurde zuerst negativ beantwortet. Nachdem aber bei 17 verstorbenen Bergarbeitern Sektionen vorgenommen wurden, zeigte sich bei 53% der Todesfälle sichere Lungenkarzinome. Hier zeigte sich, dass durch eine alleinige Befragung ohne Sektion von verstorbenen Bergleuten, die Ergebnisse mit grosser Vorsicht zu betrachten sind. Um die kanzerogene Wirkung des Arsenstaubes auszuschliessen bzw. nachzuweisen, wurden auch Daten zu Erkrankungen in kanadischen, französischen und norwegischen Kobalt- bzw. Arsengruben herangezogen. Hieraus ergaben sich aber auch keine auffälligen Lungenkrebserkrankungen. Es erhärtete sich immer weiter die Vermutung, dass das Radium bzw. die Emanationen für den Lungenkrebs verantwortlich sind. Um das weiter nachzuweisen, wurden Tierexperimente mit weissen Mäusen in den Schneeberger Gruben durchgeführt. Die Tiere wurden so platziert, dass sie sich immer in der Nähe der Bergarbeiter, also «vor Ort» befanden. Ein eigens dafür angestellter Tierwärter pflegte und versorgte die Tiere. Jedes verstorbene Tier wurde mit Formol präpariert und an das Pathologische Institut der Universität Leipzig zur Sektion gesandt. Vom 28. März 1936 bis 13. August 1937 waren 48 Tiere eingesetzt. Fast sämtliche Mäuse starben an einem Infekt der Atmungsorgane, wobei es auffallend war, dass fast alle eine Veränderung der Bronchialschleimhaut aufwiesen und sich die Schilddrüse veränderte. Bei sieben Tieren (25%) konnten Tumore an verschiedenen Organen (Lunge, Samenblase, Lymphdrüse, Schilddrüse) festgestellt werden. Aus diesen Versuchsreihen wurde die Schlussfolgerung geschlossen, das nur noch zwei bekannte Möglichkeiten für die Krebsentstehung in Betracht kamen: 1. Die Bedeutung der Einwirkung besonderer Witterungs- und Feuchtigkeitseinflüsse und 2. Der Radiumgehalt der Schneeberger Grubenluft.[34]

1936 veröffentlichte Boris Rajewsky den abschliessenden Bericht des «Arbeitsausschuss für die Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses in Sachsen». Hier wurden alle Untersuchungsergebnisse und auch die Versuchsanordnung detailliert beschrieben. Abschliessend kommt Rajewsky zu folgendem Schluss: «Das Gesamtresultat der angestellten Überlegungen ist also die Schlussfolgerung, dass der Emanationsgehalt der Luft und der Wässer in den Schneeberger Gruben, insbesondere in Anbetracht der früheren schlechten Bewetterungszustände der Gruben, die unterschwelligen Werte durchweg übersteigt und zum Teil im toxischen Grenzbereich liegt, zum Teil diesen ganz beträchtlich übertrifft. Die Möglichkeit, dass die Schädigung durch Einatmen der emanationshaltigen Grubenluft wenigstens *eine* der Ursachen der Schneeberger Erkrankung ist, kann auf Grund der nunmehr vorliegenden Messergebnisse nicht mehr bestritten werden und ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu bejahen.» Es schliesst sich in diesem Bericht eine umfangreiche Beweisführung an.[35]

Die Rolle des Radons – früherer Ausdruck war Emanation – hat sich also in den jahrzehntelangen Forschungen als auslösender Faktor für den Lungenkrebs mehr oder weniger zur Gewissheit verdichtet. Die ersten Forscher, welche diesen Zusammenhang nachgewiesen haben, waren Härting und Hesse mit ihrer 1879 vorgelegten Arbeit.

8. Forschungen mit Radioaktiven Substanzen während des zweiten Weltkrieges im Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Biophysik Aussenstelle Oberschlema

Eine weitere bisher in der Öffentlichkeit kaum bewusste Aktivität im KWI Oberschlema betreffen die Versuche mit radioaktiven Stoffen an Menschen, welche während des Zweiten Weltkrieges hier durchgeführt wurden. Boris Rajewsky hat sich in seinen Arbeiten zur Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses besonders hervorgetan und herausragende Ergebnisse erzielt. Nach Hitlers Machtübernahme passte sich Rajewsky den herrschenden Verhältnissen an und trat 1934 der SA und wenig später auch der Reichsdozentenschaft bei. Im Mai 1937 trat er in die NSDAP ein. Nach seinen Aussagen war er kein bekennender Nationalsozialist. Er gehörte zur Spitze einer Gruppe von Wissenschaftlern, die aktiv und in enger Kooperation mit staatlichen Stellen den Strahlenschutz vorantrieben.[36] 1938 wurde das Radiumforschungsinstitut in der Gemeinde Oberschlema gegründet und als Aussenstelle des KWI Frankfurt/Main betrieben. Hier sollte vor allem die zentrale Frage nach der Toleranzdosis für eine berufsbedingte Strahlenexposition untersucht werden. Systematisch wurden Messungen des Radongehaltes in Luft und in Wasser des Schneeberger Bergbaus durchgeführt. Die Aussenstelle entwickelte sich in der Folgezeit zur Zentralstelle für die schon seit einigen Jahren laufende medizinische Überwachung der Schneeberger, Johanngeorgenstädter und ab 1938 auch der St. Joachimsthaler Erzgruben. Ein weiterer Schwerpunkt war die Erforschung der therapeutischen Anwendung von Radon bei rheumatischen Erkrankungen. Auf der Grundlage von Rajeskys Forschungen zum Schneeberger Lungenkrebs, wurde vom Bergamt Karlsbad im November 1940 eine Bergpolizeiverordnung, in der weltweit erstmals ein Grenzwert für die

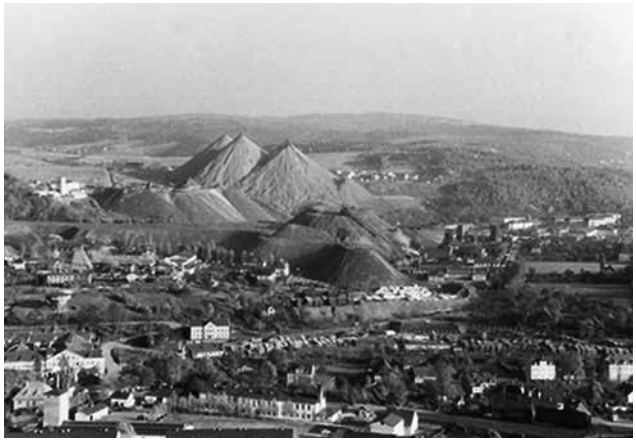
Radonbelastung in Urangruben genannt wurde, erlassen. Seit Herbst 1941 wurde das KWI für Biophysik Oberschlema in die «Kriegsarbeit» einbezogen. Das Interesse des Oberkommandos des Heeres (OKH) galt jetzt nicht mehr dem Strahlenschutz, sondern der Wirkung radiologischer Waffen auf den menschlichen Körper. Es ging um die «kampfstoffartige Wirkung» von Neutronen und künstlich radioaktiven Substanzen und die Frage, welche «im allgemeinen schädigende Wirkungen hochpotentierte, schnell ablaufende und sich schnell manifestierende Effekte» haben würden. Als Leiter der Aussenstelle in Oberschlema fungierte Dr. Adolf Krebs. Er kooperierte mit den Badeärzten Dr. Wanke und Dr. Steinke. Als wissenschaftliche Assistentinen wurden Frau Mittenzwey und Frau Meutzner eingestellt. Für diese Forschungszwecke «verbrauchte» das Labor anfangs ca. 2000 Mäuse. Die Sterblichkeit der Tiere stieg ab einer bestimmten Höhe der Strahlendosen sprunghaft an. Das entsprach einer «schnellen Reaktion» mit «kampfstoffartiger Wirkung». Bis Anfang 1944 hat dieses Forscherteam diese Wirkmechanismen auch in Menschenversuchen getestet. An 53 Personen hatte man Inhalationsversuche (bis 436 000 ME) und an 93 Personen, darunter Kinder ab 11 Jahren, Trinkversuche (bis 3.300.00 Millistat) durchgeführt. Die Versuche liefen über einen Zeitraum von bis zu sechs Monaten. Nach dem Krieg wurden mehrere Mitarbeiter des KWI für Biophysik Oberschlema von den amerikanischen Millitärs angeworben und eingestellt. Sie arbeiteten an geheimen Forschungsprojekten, z.B. arbeitete Dr. Krebs am Army Medical Research Laboratory. Die Experimente in Oberschlema geben damit ein Beispiel für die Gefahr sukzessiver Entgrenzung von Forschung im Nationalsozialismus und speziell unter forcierten Bedingungen ab.

9. Der Lungenkrebs und der Uranbergbau der SAG/SDAG Wismut nach dem Zweiten Weltkrieg

Durch die Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki am 6. und 9. August 1945 befanden sich die USA in einem monopolistischen Besitz von Atombomben. Nun begann das atomare Wettrüsten und damit war die fieberhafte Suche nach Uranerzen verbunden. Die Sowjetunion konnte in den von ihr besetzten Gebieten hauptsächlich in der DDR und in der CSSR auf Uranlagerstätten zugreifen, welche mit allen verfügbaren Mitteln und mit jedem Einsatz gesucht und auch gefunden wurden. Dafür wurde 1946 die Sowjetische Aktiengesellschaft (SAG) Wismut gegründet, welche ab 1954 zur Sowjetisch-Deutschen Aktiengesellschaft (SDAG) erweitert wurde.[37] Zuerst konzentrierte sich der Uranabbau auf das sächsisch-böhmische Erzgebirge und darin auf die Gebiete Johanngeorgenstadt, Schneeberg, Schlema und auf der böhmischen Seite des Erzgebirges auf das Gebiet um Jáchymov (St.Joachimsthal). Anschliessend wurde die Uranerzerkundung flächendeckend auf die besetzten Gebiete ausgeweitet. 1990 wurde der Uranerzbergbau der SDAG Wismut in der DDR eingestellt. Bis dahin wurden ca. 400 Schächte, vier Tagebaue und eine Reihe kleinerer Aufbereitungsbetriebe mit 16 Schlammabsatzbecken betrieben. Infolge des Uranerzbergbaus entstanden ca. 1000 Halden und die beanspruchten Flächen betrugen ca. 1200 km^2. Die Gesamtmenge des geförderten Urans betrug 220 000 t und stand damit an vierter Stelle der Weltproduktion. Auch in den USA konnten Uranerzlagerstätten vor allem auf dem Colorado-Plateau aufgefunden werden, wo etwa 2500 kleinere Bergwerke entstanden.[38]

Oberschlema, Gebäude des Radiumforschungsinstitutes, Aussenstelle des Kaiser-Wilhem-Institut für Biophysik. Foto: Jens Kugler

1952 fand der tschechische Physiker František Běhounek heraus, dass nicht das Radon der Auslöser des



Schlema, Halden des Uranerzbergbaus der SAG/SDAG Wismut. Foto: 1960er-Jahre

Schneeberger Lungenkrebses war, sondern seine durch Staubteilchen absorbierten radioaktiven Folgeprodukte. Die Zerfallsprodukte des Radon-222 sind aber keine Edelgase, sondern Isotope der Schwermetalle Polonium, Blei und Wismut. Die Schwermetallisotope verhalten sich ganz anders als die Atome des Edelgases Radon. Sie lagern sich innerhalb kurzer Zeit, im Mittel in etwa 10 bis 20 Sekunden, an die stets vorhandenen Staubpartikel in der Grubenluft an. Es bildet sich ein radioaktives Aerosol, welches durch die Bergarbeiter eingeatmet wird. Die Staubteilchen können nicht vollständig wieder ausgeatmet werden und lagern sich in der Lunge ab. Hier können sie als Alpha-Strahler das umgebende Gewebe schädigen und so den Lungenkrebs auslösen.
Mitte der 50er Jahre wurde in den USA der Working Level Month (WLM) als Masseinheit für die Strahlenexposition in Uranbergwerken eingeführt. 1 WLM ist die Exposition infolge Inhalation von 1 WL über einen Monat (170 Stunden). 1 WL entspricht 130 MeV/cm^3.
In den Anfangsjahren der SAG/SDAG Wismut wurde sich über Arbeits- und Strahlenschutz kaum Gedanken gemacht. Es galt Uran zu produzieren und das mit allen Mitteln! Erst ab 1955 wurden Wettermessungen und Messungen zur Strahlenexposition in den Gruben der Wismut durchgeführt und durch neue Wetterschächte die Wettermenge von ca. 12 m^3 auf 36 m^3 pro Arbeiter/min erhöht. Die Strahlenexposition in den Gruben sank so von ca. 300 WLM/a im Jahr 1955 auf 1-4 WLM/a ab 1976. Die SAG/SDAG Wismut hat über ihre Angestellten eine fast lückenlose und umfangreiche Datei zu Berufskrankheiten angelegt. Darin sind ca. 44 000 Anträge von Wismut-Beschäftigten erfasst. Danach sind ca. 7000 Fälle von Lungenkrebserkrankungen und ca. 15 000 Fälle von Silikose (Staublunge) zu verzeichnen. Diese Fälle sind aus heutiger Sicht auf die sehr schlechten arbeitshygienischen Bedingungen im ersten Jahrzehnt des Uranerzbergbaus zurückzuführen.

10. Zusammenfassung

Tabelle 4: Strahlenexposition in den Uranbergwerken der SAG/SDAG Wismut

Jahr	Dosis	Maßeinheit
bis 1955	30-300	WLM/a
1956-1960	10-100	WLM/a
1961-1965	5-50	WLM/a
1966-1970	3-25	WLM/a
1971-1975	2-10	WLM/a
ab 1976	1-4	WLM/a

Von der ersten Beschreibung von Symptomen der Atemwegserkrankungen der Bergleute bis zur Erforschung und völligen Aufklärung des Schneeberger Lungenkrebses sind fast 500 Jahre vergangen. An der Erforschung und auch an der frühen Beschreibung dieser Krankheit waren fast ausschliesslich deutsche Ärzte und Wissenschaftler beteiligt. Das lag vor allem an dem endemischen Auftreten der Krankheit im Gebiet um Schneeberg im Erzgebirge. Auch als die Ursache des Schneeberger Lungenkrebses bekannt war, wurden noch jahrelang die entsprechenden Massnahmen des Arbeitsschutzes vor allem bei der SAG/SDAG Wismut aber auch in Erzgruben in den USA nicht umgesetzt. So starben auch nach dem Erkennen der Ursachen des Krebses noch tausende Bergarbeiter am Schneeberger Lungenkrebs.

Adresse des Autors
Dipl. Ing. (FH) Jens Pfeifer
Pfarrgasse 8
DE-09599 Freiberg

Quellennachweis

[1] Jaschik, Uwe (2014): «das grosse Berggeschrey uffn Sneberg» Der Silberbergbau auf dem Schneeberg von den Anfängen 1446 bis 1481. 7. Tagungsband, Bergbauverein Schneeberg e.V.

[2] Krenkel, Paul (1953): Paulus Niavis. Freiberger Forschungshefte D 3, Seite 43. Berlin.

[3] Jehles, Ursula (1961): Der Bergbau im Erzgebirge und die Arbeitsmedizin. Inaugural-Dissertation Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen. S. 22-23. Hundt, Magnus (1529): Eyn Nutzliches Regiment Sampt dem bericht der Ertzney wider etzliche Kranckheit der Brust ... Leipzig.

[4] Lauterbach, Werner (2001): Bombastus Paracelsus von Hohenheim Abhandlungen über die Bergsucht aus den Jahren um 1537. Akten und Berichte vom sächsischen Bergbau, Heft 35, Jens Kugler Verlag Kleinvoigtsberg.

[5] Schüttmann, Werner (1998): Die Geschichte des «Schneeberger Lungenkrebses». Der Anschnitt Bd. 50, Heft 2-3, S. 95-102. Bochum.

[6] Thiele, Adolf (1921): Martin Pansa, Sachsens ältester «Gewerbearzt». In: Öffentliche Gesundheitspflege. Braunschweig, S. 348-356. Rosner, Edwin (1953): Die Bedeutung des Annaberger Stadtarztes Mar-

tin Pansa für die Geschichte der Gewerbehygiene. In: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften. Bd. 37, H. 3/4, S. 357-361. Steiner Verlag, Wiesbaden.

[7] Jehles, Ursula (1961): Der Bergbau im Erzgebirge und die Arbeitsmedizin. Inaugural-Dissertation Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen. S. 27. Siehe auch http://de.wikipedia.org/wiki/Daniel_Sennert.

[8] wie Anmerkung 3.

[9] Henkel, Johann Friedrich (1745): Medicinischer Aufstand und Schmelz-Bogen von der Bergsucht und Hütten-Katze ... Dresden und Leipzig, 1745. S. 18-19.

[10] Scheffler, Carl Lebrecht (1770): Abhandlung von der Gesundheit der Bergleute. Chemnitz, Joh. Dav. Stössels Erben. S. 184 ff.

[11] Schönberg, Abraham von (1693): Ausführliche Berg-Information ... Leipzig, 1693.

[12] Hesse, W. (1878): Das Vorkommen von primären Lungenkrebs bei den Bergleuten der consortschaftlichen Gruben in Schneeberg. In: Archiv der Heilkunde, Leipzig, S. 160-162.; Härting, F. H. und Hesse, H. (1879): Der Lungenkrebs, die Bergkrankheit in den Schneeberger Gruben. Vieteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen, Hirschwald Verlag, Berlin. S. 296-309.

[13] Ancke, Richard (1884): Der Lungenkrebs, die Bergkrankheit in den Schneeberger Gruben. Inaugural-Dissertation, München. Siehe auch Schüttmann, Werner (1998): Die Geschichte des «Schneeberger Lungenkrebses». In: Der Anschnitt, Jg. 50, H. 2-3, S. 95-102.

[14] Arnstein, Alfred (1913): Sozialhygienische Untersuchungen über die Bergleute in den Schneeberger Kobaltgruben insbesondere über das Vorkommen des sogenannten «Schneeberger Lungenkrebses». In: Wiener Arbeiten aus dem Gebiet der sozialen Medizin. Bd. 5, S. 64-83, Wien.

[15] Schüttmann, Werner (1987): Die Anerkennung der Schneeberger Lungenkrankheit als Berufskrankheit in der ersten Berufskrankheitenverordnung von 1925. In: Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete. Verlag Gesundheit, Berlin. Bd. 33, S. 662-665.

[16] Zedler, Johann Heinrich (1733): Grosses vollständiges Universal-Lexicon Aller Wissenschafften und Künste., Leipzig. Band 4, Spalte 129.

[17] Schüttmann, Werner (1988): Zur Entdeckungsgeschichte des Radons. In: Isotopenpraxis Bd. 24, H. 4, S. 158-163.

[18] Schüttmann, Werner (1988): Die Rolle des sächsisch-bömischen Erzgebirges bei der Entdeckung des Radiums. In: Naturwissenschaftliche Rundschau 41, H. 11. S. 435-441.

[19] Marie Curie: Radium and the New Concepts in Chemistry. Nobelpreisvorlesung vom 11. Dezember 1911.

[20] Schüttmann, Werner (1988): Zur Entdeckungsgeschichte des Radons. In: Isotopenpraxis Bd. 24, H. 4, S. 158-163.

[21] Schiffner Carl; Weidig, Max (1908-1912): Radioaktive Wässer in Sachsen. Teil I. – IV. Freiberg, Verlag Craz & Gerlach.

[22] Stolz, Werner (2015): Vom Radium«fieber» zum Radiuminstitut der Bergakademie. In: Bergakademische Geschichten. Hrsg.: Dietrich Stoyan, Bergakademie Freiberg. Mitteldeutscher Verlag. S. 179-184.

[23] http://de.wikipedia.org/wiki/Radium_Girls (Abgerufen am 8. Juni 2015)

[24] Uhlig, Margarete (1921): Über den Schneeberger Lungenkrebs, In: Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin. Berlin, Heidelberg, Springer. Bd. 230, H. 1, S. 76-98.

[25] Sächsisches Staatsarchiv; Bergarchiv Freiberg 40024-02, Nr. 298.

[26] Sächsisches Staatsarchiv; Bergarchiv Freiberg 40024-02, Nr. 298.

[27] Sächsisches Staatsarchiv; Bergarchiv Freiberg 40024-02, Nr. 298. Schreiben vom 1. August 1921.

[28] Auszug aus dem Bericht über die Sitzung des Arbeitsausschusses für die Erforschung des Schneeberger Lungenkrebses des sächs. Landesausschusses zur Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheit vom 22. Juli 1922 . In: Zeitschrift für

Krebsforschung Bd. 20 (1923), H. 3, S. 205-208. Springer, Berlin. Sächsisches Staatsarchiv Bergarchiv Freiberg 40024-02, Nr. 298.

[29] Ludewig, P., Lorenser, E. (1924): Untersuchungen der Grubenluft in den Schneeberger Gruben auf den Gehalt an Radiumemanationen. In: Zeitschrift für Physik, Berlin, Bd. 22, S. 178-185. Sächsisches Staatsarchiv Bergarchiv Freiberg 40024-02, Nr. 298. S. 326 ff.

[30] Rostoski; Saupe (1926): Die Bergkrankheit der Erzbergleute in Schneeberg in Sachsen («Schneeberger Lungenkrebs»). In: Zeitschrift für Krebsforschung, Bd. 23, H. 4/5, S. 360-384. Springer, Berlin.

[31] Rostoski; Saupe (1931): Gewerbehygienische und klinisch-röntgenologische Untersuchungen an den Erzbergleuten des Johanngeorgenstädter Grubenbezirkes in Sachsen. In: Archiv für Gewerbepathologie und Gewerbehygiene. Bd. 1, H. 5, S. 731-734. Springer, Berlin.

[32] Sächsisches Staatsarchiv; Bergarchiv Freiberg 40024-02, Nr. 298. S. 290.

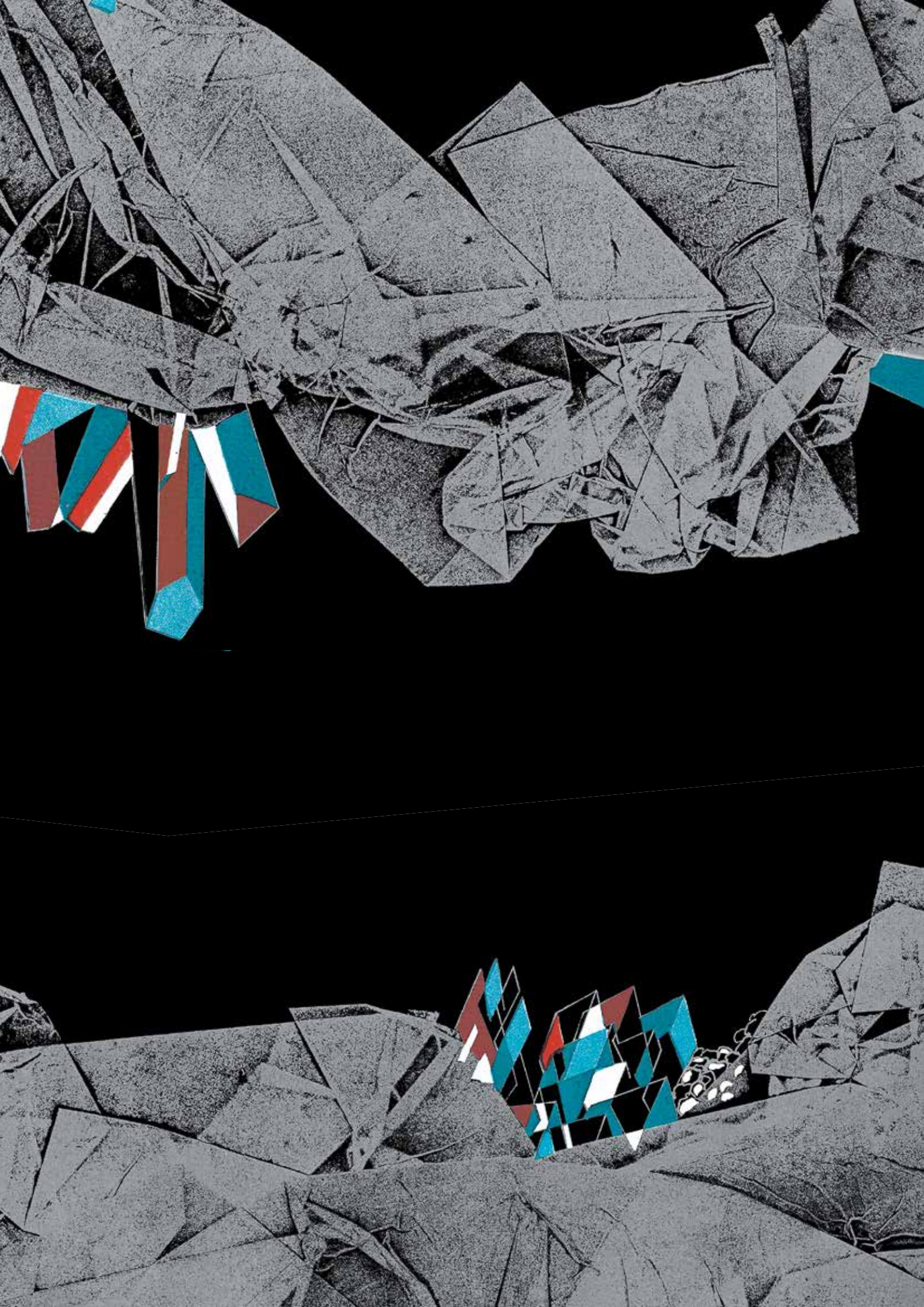
[33] Lange, Kurt (1935): Krebserkrankungen und geologische Verhältnisse im Erzgebirge. In: Zeitschrift für Krebsforschung, Bd. 42, S. 306-310.

[34] Döhnert, Rudolph (1938): Experimentelle Untersuchungen zur Frage des Schneeberger Lungenkrebses. In: Zeitschrift für Krebsforschung, Bd. 47, S. 209-239. Springer, Berlin.

[35] Rajewsky, B. (1939): Zeitschrift für Krebsforschung, Bd. 40, H. 3, S. 315-340. Springer, Berlin.

[36] Schwerin, Alexander von; Karlsch, Rainer (2011). Die Aussenstelle Oberschlema und die Kriegsforschungsaufträge des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biophysik. In: Forschungen für den Strahlenschutz in den Kriegsjahren 1942 bis 1944. Tagungsband: Wissenschaftliches Kolloquium in Bad Schlema am 24. Oktober 2008. Hrsg. RADIZ Schlema e.V. und Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. S. 25-61.

[37] Siehe hierzu auch: Chronik der Wismut. (1999): Wismut GmbH (Hrsg.) Chemnitz.

[38] Bretschneider, Gotthard (1997): Kein Schutz vor Willkür? Zur Arbeit der Gewerkschaft in der SAG Wismut 1946-1953. Schriftenreihe der Traditionsstätte für den sächsisch-thüringischen Uranbergbau im Kulturhaus «Aktivist» Schlema.

[39] Fachverband für Strahlenschutz e.V. (1992). Strahlenexposition und strahleninduzierte Berufskrankheiten im Uranerzbergbau am Beispiel Wismut. In: Fortschritte im Strahlenschutz.