125 Jahre Radon – eine Weltgeschichte

Im Jahr 1900 fand die fünfte Pariser Weltausstellung statt. 70 Jahre nach ***Michael Faradays*** Entdeckung der Induktion zeigten die Industrieaussteller riesige Generatoren, brannten im „Electricitätspalast" die Glühlampen und die ersten Rolltreppen beförderten Besucher [1]. Elektrizität war in der Technik und im Alltag angekommen.

Die Luft, im technischen Sinne ein Nichtleiter, war kein Medium, dessen Elektrizität die Massen faszinierte. Nur wenige Wissenschaftler befassten sich damit. Heute würde man ihre Arbeiten als Grundlagenforschung bezeichnen, damals war es akademisch-universitäre Wissenschaft.

Nachdem ***Wilhelm Conrad Röntgen*** 1895 und ***Henri Becquerel*** wenige Monate später im Frühjahr 1896 neue Strahlungen entdeckt hatten, erwies sich diese Grundlagenforschung als höchst nützlich. Die neuen Strahlen machten die Luft leitfähiger und elektrische Messtechniken wurden der Schlüssel, mit dem die Tür zu einer neuen Welt an Phänomenen aufgeschlossen werden konnte. Eine der vielen Entdeckungen, die mit dieser Methode gemacht wurden, ist die des radioaktiven Edelgases Radon.

In diesem Beitrag soll es um die Entdeckung dieses Edelgases gehen – ein Edelgas, das heute als eine Hauptquelle der natürlichen Exposition erkannt ist und dessen strahlenschutzfachliche Bewertung Gegenstand intensiver Diskussionen ist [2], [3].

Die Frühgeschichte dieses Edelgases hält einige überraschende Fakten aus der Wissenschaftswelt um 1900 bereit: Diese Welt war ohne Internet und digitale elektronische Kommunikation weltoffen und rasend schnell, sowohl bei der Verbreitung von Erkenntnissen als auch bei ihrer wirtschaftlichen Nutzung.

Eine Welt ohne Internet

Beginnen wir mit der Vorgeschichte.

Diese Geschichte beginnt in ländlichen Regionen der Südinsel Neuseelands, auf der 1871 ***Ernest Rutherford*** geboren wurde. Schon zu Schulzeiten erwies sich Rutherford als ehrgeizig und hochbegabt. Nur über Stipendien war es ihm möglich, zunächst an einem privaten Elitegymnasium und danach an der University of New Zealand zu studieren. 1895, die Radioaktivität war noch unentdeckt, erhielt er die Möglichkeit eines Forschungsstudiums an der Universität Cambridge und konnte aufgrund seiner bereits aufsehenerregenden Arbeiten zu Funkwellen im Cavendish Laboratory beim berühmten ***Joseph J. Thomson*** arbeiten. Thomson, der 1906 „in Anerkennung der großen Verdienste seiner theoretischen und experimentellen Untersuchungen über die Leitung von Elektrizität durch

Anzeige

TÜV SÜD

Strahlenschutz in Medizin, Forschung und Industrie

Tagung mit Exkursion
2. – 3. Dezember 2025, Karlsruhe

Die Veranstaltung informiert über den Stand der Praxis des Strahlenschutzes und seiner Bewertung bei der Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung.

Im Rahmen der Tagung findet eine Exkursion zum Campus Nord des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) statt.

Veranstaltungspreis

950,00 € zzgl. gesetzlicher USt.
600,00 € zzgl. USt. Für Vertreter von Aufsichts- und Genehmigungsbehörden

Veranstaltungsort

Novotel Karlsruhe City
Festplatz 2
76137 Karlsruhe

Anmeldung und Auskünfte

TÜV SÜD Akademie GmbH
Tagungen und Kongresse
Martina Sperber
Telefon +49 89 5791-2476
E-Mail: congress@tuvsud.com
www.tuvsud.com/akademie/ssmfi

Gase“ [4] den Physik-Nobelpreis erhielt, war einer der weltweit führenden Köpfe auf dem Gebiet der Luftelektrizität. Als klar wurde, dass sowohl die neu entdeckten Röntgen- als auch die „Becquerel-Strahlen“ die Leitfähigkeit der Luft erhöhen, lenkte er Rutherford schon im Frühjahr 1896 in dieses neue Forschungsfeld. 1898 hatte Rutherford seine Untersuchungen so weit abgeschlossen, dass er am 1. September eine umfangreiche Arbeit (über 50 Druckseiten) beim Philosophical Magazine einreichte. Im Januarheft 1899 erschien diese Arbeit [5], in der Rutherford anhand von Absorptionsuntersuchungen der von Uran emittierten Strahlung zeigte, dass es (mindestens) 2 Arten von Strahlung gibt. Er nannte sie α- und β-Strahlung. Die α-Strahlung heißt noch heute so und wie ***Paul Villard*** 1903 feststellte [6], hatte die von ***Ernest Rutherford*** entdeckte β-Strahlung 2 Komponenten: einen elektrisch oder magnetisch ablenkbaren Teil, der auch heute noch β-Strahlung heißt, und einen nicht ablenkbaren (und sehr durchdringenden) Teil, den Rutherford 1904 γ-Strahlung nannte.

Als Ort der Arbeit nennt Rutherford in der Veröffentlichung [1] noch das Cavendish Laboratory, aber in diesem Jahr 1898 erhielt er einen Ruf an die McGill-Universität in Montreal und reiste weiter nach Kanada, weit weg vom Zentrum der damaligen Radioaktivitätsforschung Paris und von den darum sich entwickelnden Forschungsinstituten in Europa.

Von Neuseeland bis Kanada

Dort, in Europa, erschien im April 1898 eine Arbeit von ***Gerhard Carl Schmidt*** in deutscher Sprache [7] und praktisch gleichzeitig eine französische Publikation von ***Marie Curie*** [8], in der die Radioaktivität von Thorium beschrieben wurde. Ob Rutherford diese Arbeiten noch in Europa las oder sie ihn an seinem neuen Arbeitsort erreichten, lässt sich heute kaum noch klären. Fest steht aber, dass sich Rutherford an seinem neuen Arbeitsort sofort dem Thorium widmete. Seine am 13. September 1899 fertiggestellte Arbeit, die im Januar 1900 im Philosophical Magazine [9] erschien, beginnt jedenfalls mit einem Verweis auf die Arbeit von Gerhard Carl Schmidt.

Die Entdeckung des Thorons

Bereits in den ersten Abschnitten seiner Arbeit beschreibt Rutherford seine Beobachtung und stellt fest: „Die Empfindlichkeit von Thoriumoxid gegenüber leichten Luftströmungen ist sehr bemerkenswert. Die Luftbewegung, die durch das Öffnen oder Schließen einer Tür am Ende des Raumes gegenüber der Stelle, an der der Apparat aufgestellt ist, verursacht wird, reicht oft aus, um die Entladungsrate beträchtlich zu vermindern. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die Thorium-Verbindungen von den Uran-Verbindungen, die durch geringe Luftströme nicht nennenswert beeinträchtigt werden.“

Diese Beobachtung, die andere als lästigen Schmutzeffekt des Experiments abgetan hätten, veranlasste Rutherford zu genauerem Hinsehen und er erkennt: „Die Phänomene der Thorium-

Altes Dokument

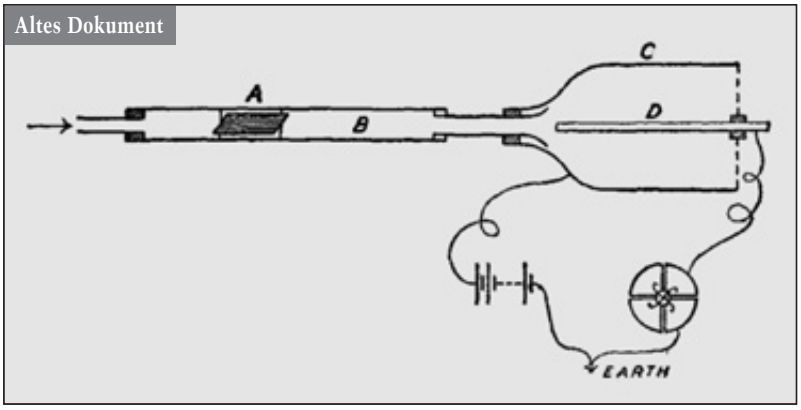

Abb. 1: Versuchsanordnung von Rutherford zur Untersuchung der Emanation (aus [9])

Altes Dokument

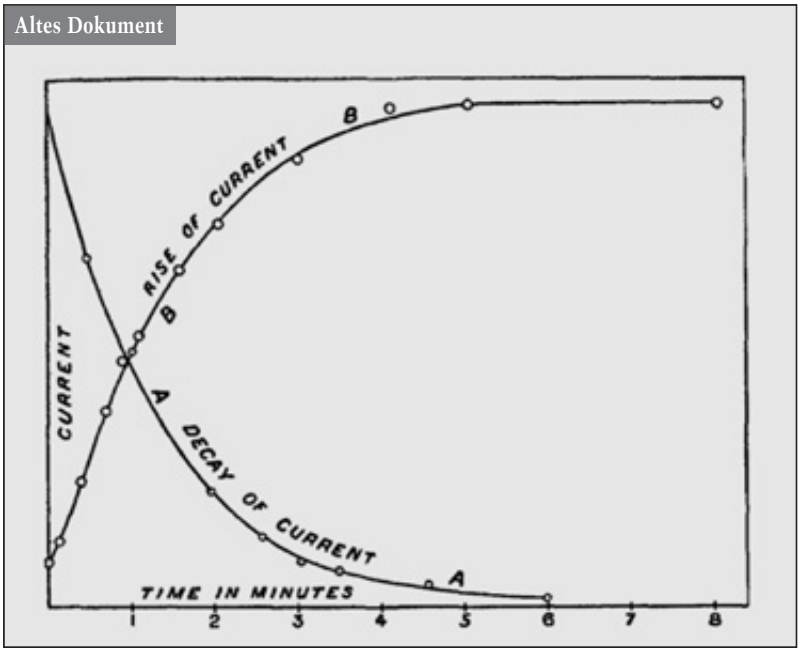

Abb. 2: Zerfall- und Aufbaukurven von ^{220}Rn nach Messungen von Rutherford [9]

Verbindungen lassen sich vollständig erklären, wenn man annimmt, dass zusätzlich zur normalen Strahlung eine große Anzahl radioaktiver Teilchen aus der Masse des Wirkstoffs abgegeben wird. Diese ‚Emanation' kann durch beträchtlich dicke Papierschichten hindurchdringen."

Damit war die „Aushauchung" (Emanation) des Thoriums, das Radon-Isotop ^{220}Rn, also auch Radon im Prinzip entdeckt. Rutherford hört damit aber nicht auf. Er will es genauer wissen. Er positioniert eine in Papier gewickelte Thoriumoxid-Probe (A) in einem langen Rohr (B), das in einen Kessel (C) führt, in dem die Leitfähigkeit der Luft mit einer zentralen Elektrode (D) registriert werden kann (Abbildung 1, Seite 6). Er lässt so lange Luft durch diese Anordnung strömen, bis der Strom einen stabilen Wert erreicht hat, und schaltet dann die Zufuhr der Emanation ab. Aus dem gemessenen Verlauf der Stromstärke (Abbildung 2 Kurve A, Seite 6) errechnet er, dass die Intensität der Strahlung nach einem Zeitraum von etwa 1 Minute auf die Hälfte ihres Wertes gesunken ist.

Die Aushauchung von Thorium

Auch damit ist Rutherford noch nicht am Ende. Er stellt fest, dass die Emanation ungeladen ist, Papier und dünne Metallschichten durchdringt. Er schließt aus, dass es sich bei der Emanation um feinsten Thorium-Staub handelt, und sieht die Emanation als eine Art „Dampf" an. Und er macht noch einen Versuch: positioniert das Thoriumoxid im „Detektorkessel", bläst zunächst mit starkem Luftstrom die Emanation fort, schaltet den Luftstrom ab und beobachtet die Zunahme der Stromstärke (Abbildung 2 Kurve B, Seite 6). Er interpretiert die Ergebnisse korrekt als e-Funktion und bestimmt die Halbwertzeit des Anstiegs ebenfalls zu etwa 1 Minute. Heute wird diese Halbwertszeit mit 55,8 Sekunden angegeben [10].

Die Folgeprodukte

Ganz am Ende seiner Arbeit [9] verweist Rutherford auf Experimente, die noch im Gange seien und die zeigen, „dass die Emanation eine sehr bemerkenswerte Eigenschaft besitzt. Ich habe festgestellt, dass das positive Ion, das in einem Gas durch die Emanation erzeugt wird, die Kraft besitzt, in allen Substanzen, auf die es fällt, Radioaktivität zu erzeugen. Diese Fähigkeit, eine Strahlung zu erzeugen, hält mehrere Tage lang an. Die Strahlung ist von durchdringenderem Charakter als die von Thorium oder Uran abgegebene. Die von Thorium-Verbindungen ausgehende Strahlung hat also Eigenschaften, die das Thorium selbst nicht besitzt."

Von dieser Beobachtung (der besonders energiereichen 8,8-MeV-Alpha-Strahlung des ^{212}Po?) ausgehend, untersucht Rutherford in der im Februar 1900 erschienenen Arbeit [11] (fertiggestellt am 22.11.1899 in Montreal) die „angeregte (excited) Radioaktivität". Nach einigen Vorversuchen findet er eine einfache Anordnung (Abbildung 3), indem er in einem Metallkessel V eine zentrale Elektrode anbringt, diese Elektrode negativ zum Kessel auflädt und so die positiven Ionen, die in der vom abgedeckten Thoriumoxid freigesetzten Emanation entstehen, auf einer sehr kleinen Fläche sammelt. Wenn er dann das Thoriumoxid entfernte, konnte er die auf der Elektrode gesammelte Radioaktivität untersuchen.

Er normiert seine Messdaten auf die Anfangsstromstärke und erhält für die Abnahme der Messgröße und damit die „Radio-Aktivität" die in Abbildung 4 (s. nächste Seite) gezeigte Kurve. Er schlussfolgert: „Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass der Strom durch das Gas (der proportional zur Intensität der Strahlung ist) in einer geometrischen Progression mit der Zeit abnimmt. Die Zeit, die benötigt wird, um die Intensität der Strahlung auf die Hälfte ihres Wertes zu reduzieren, beträgt etwa 11 Stunden."

Berechnet man mit den heute bekannten Halbwertszeiten der beiden zeitbestimmenden Zerfallsprodukte ^{212}Pb (10,6 h) und ^{212}Bi (60,5 min) den Zeitverlauf nach, dann kann man nur mit Respekt die Präzision der Rutherford'schen Messungen bestaunen.

Altes Dokument

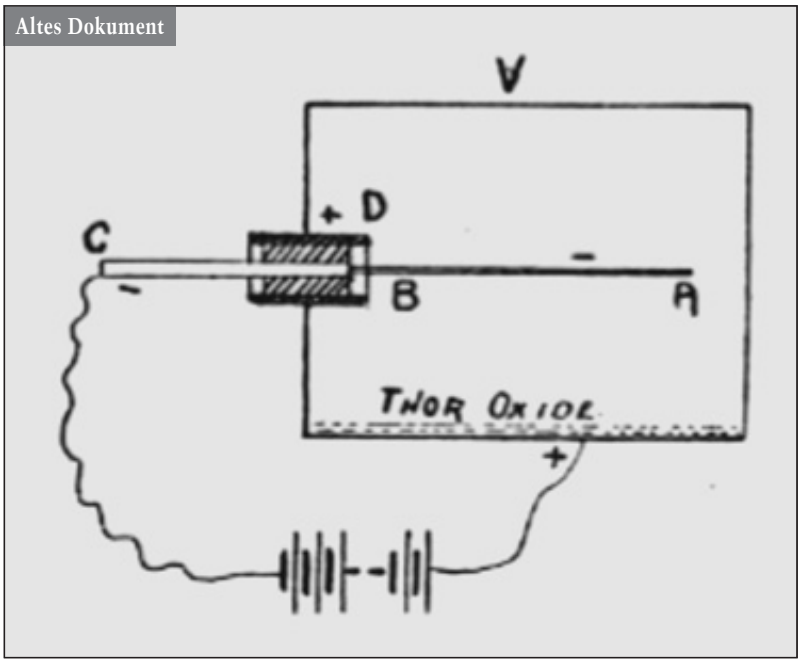

Abb. 3: Rutherfords Anordnung zur Sammlung der positiven Ionen aus der Thorium-Emanation [11]

Altes Dokument

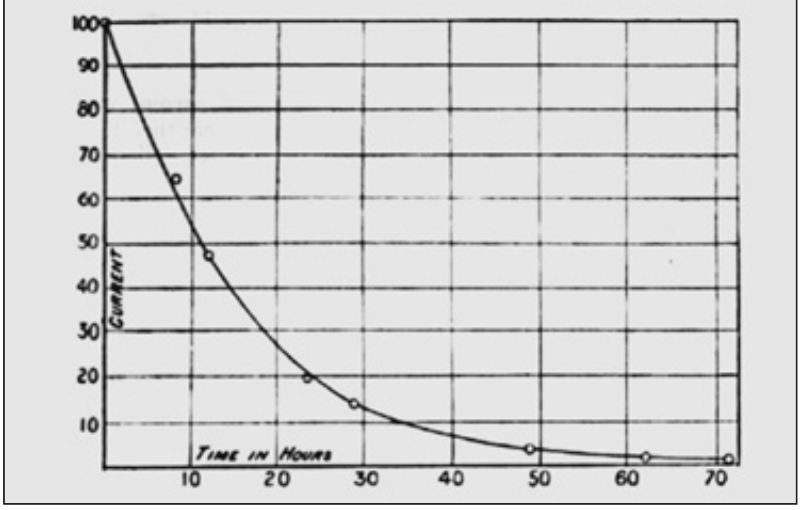

Abb. 4: Gemessene Abnahme der „angeregten" Strahlung der Thorium-Emanation (^{220}Rn). Diagramm aus [11]

Mit diesen beiden Arbeiten Rutherfords war der methodische Boden bereitet, auf dem ***Friedrich Ernst Dorn*** seine Versuche planen und durchführen konnte.

Der Weg zum ^{222}Rn

Im Juni 1900 veröffentlichte Friedrich Ernst Dorn in Halle die Ergebnisse einer Untersuchung [12], die heute als Entdeckung des Radons gilt, obwohl es „nur" ein erster Nachweis einer Radium-Emanation war, die wir heute ^{222}Rn nennen.

Friedrich Ernst Dorn wurde 1848 im ländlich geprägten Ostpreußen geboren. Er ging in Königsberg auf das Gymnasium und studierte danach an der Universität in Königsberg Mathematik, Naturwissenschaften, Philosophie und Französisch. Auch ihn muss der Ehrgeiz angetrieben und sein Talent ihm geholfen haben, denn nach dem Studium begann er als Hilfslehrer in Berlin und erarbeitete parallel dazu eine Dissertationsschrift über die Transformation elliptischer Integrale, mit der er an der Universität Königsberg 1871 promoviert wurde. Bereits 1873 habilitierte er sich an der Universität Greifswald in Mathematik und Physik und begann ein Leben als Wissenschaftsnomade auf der Suche nach einer Festanstellung. Über die Universität Breslau und die TH Darmstadt gelangte er 1886 auf den Lehrstuhl für Theoretische Physik an der Universität Halle. Nach dem Tode ***Hermann Knoblauchs*** wurde er 1895 auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik berufen und übernahm die Leitung des Instituts. Damit war Dorn um die Jahrhundertwende ein anerkannter und gestandener Physiker.

Vom Hilfslehrer zum Professor

Mit Messungen elektrischer Größen sehr vertraut begann er im Winter 1900 mit ersten Untersuchungen zu dem neuen Phänomen der Radioaktivität. Eine erste Arbeit [13], datiert vom 11. März 1900, untersucht die „Elektrostatische Ablenkung der Radium-Strahlen". Dafür stand ihm als radioaktive Substanz „etwa 0,5 g Brombaryum, von Herrn GIESEL freundlichst geliehen" zur Verfügung. ***Friedrich Giesel***, der Industriechemiker der Buchler-Chemiefabrik in Braunschweig, gehört ebenfalls zu den Pionieren der Radioaktivitätsforschung in Deutschland und war nicht nur als Forscher, sondern auch als Macher eine treibende Kraft der frühen Radioaktivitätsforschung in Deutschland [14].

Die Entdeckung des ^{222}Rn

Nach dem Lesen der Arbeiten von Rutherford begann Dorn im April 1900 mit seinen Versuchen. Er baute sich zunächst eine Apparatur, die der von Rutherford entspricht (Abbildung 5, Seite 9) und untersuchte dort die Emanation verschiedener Stoffe. Im Unterschied zu Rutherford, der mit chemisch abgetrenntem Uran und Thorium arbeitete, standen ihm dafür sehr neue Produkte zur Verfügung.

Von Hannover nach Halle: Brombaryum

Neben „Uran metallisch in Pulverform" und „Thoroxyd" auch „radioaktives Brombaryum von DE HAEN in beiden Modifikationen A und B, radioaktives Chlorbaryum und Wismuthsubnitrat (Polonium) französischen Ursprungs." [12]

Wie neu diese Produkte waren, wird deutlich, wenn man weiß, dass Marie Curie ihre Untersuchungen zur Radioaktivität im Dezember 1897 begann und vermutlich im Frühjahr 1898 wusste, dass in der Pechblende noch (mindestens) 2 chemische Elemente vorkommen, von denen eines dem Wismut (Bismut), das andere dem Barium ähnelt. Im Juni 1898 trug Henri Becquerel vor der Académie des Sciences in Paris die Entdeckung des ersten aus Pechblende abgetrennten Elements Polonium vor und im Dezember 1898 die des Erdalkalielementes Radium. Da die Mitteilung dieser Entdeckungen eng mit der Beschreibung der chemischen Prozessschritte verbunden war, die zur Abtrennung der beiden Elemente geführt hatten, war das nötige Wissen zur Herstellung entsprechender Präparate auch für andere Wissenschaftler schnell verfügbar.

In einer ersten Versuchsreihe untersucht Dorn nur die Emanation. In Übereinstimmung mit Rutherford findet er bei Uran aber auch beim Polonium keine „Aktivierung" der Luft. 5 Gramm „Thoroxyd, doppelt in schwarzes Papier gewickelt", ergeben

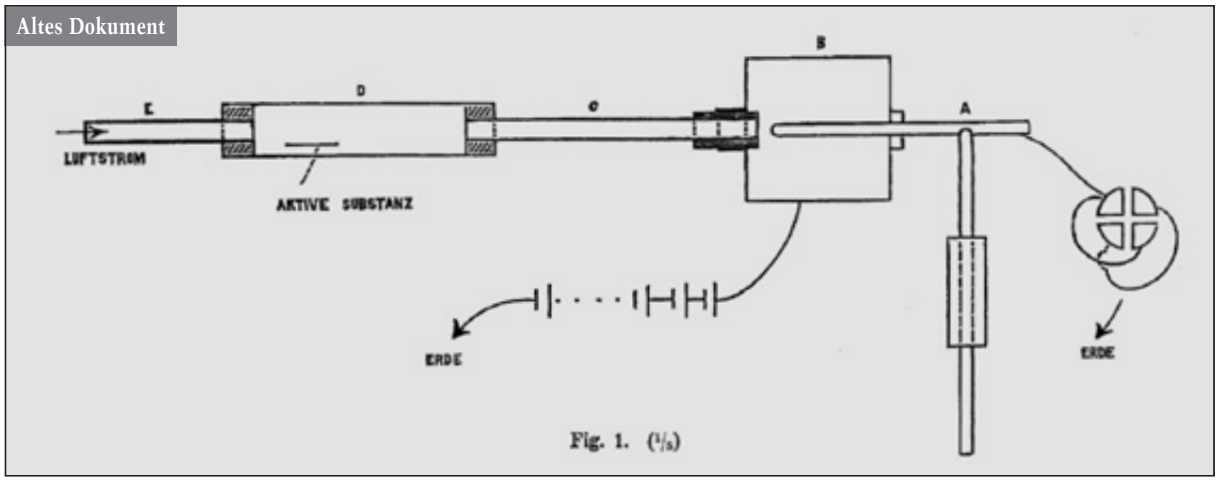

Abb. 5: Apparatur von Dorn zur Untersuchung der Emanation [12]

einen Effekt – und zeigen Dorn, dass seine Messanordnung funktioniert. Er setzt dann „1,5 gr $BaBr_2$ (A) zweimal in schwarzes Papier gewickelt", „2 gr $BaBr_2$ (B) doppelte Hülle von schwarzem Papier, trocken" und „1,5 gr $BaCl_2$, zweifach in schwarzes Papier gewickelt" als Präparate ein. Obwohl die Beschreibungen der Versuchsergebnisse nicht sehr einfach hinsichtlich der damit verbundenen Befunde nachzuvollziehen sind, ergeben sich Hinweise auf eine Emanation. Offensichtlich stellt Dorn auch fest, dass nach einer längeren Wartezeit der Messeffekt besonders deutlich wird. Er schreibt: „Substanz über Nacht in feuchter Kammer; 1 Papier und 2 Aluminiumhüllen, feuchter Luftstrom 30,4, sofort darauf 94,5; zweif. Papier 103, gleich danach 230."

Mit einer zweiten Versuchsreihe schließt Dorn ebenfalls an Rutherford an und untersucht die „sekundäre Aktivität", die sich auf einer negativ geladenen Platin-Elektrode ansammelt. Die Messanordnung (Abbildung 6) ist analog zur Rutherford'schen (Abbildung 3, Seite 7) aufgebaut. Dorn legt die aktivierende Substanz doppelt in schwarzes Papier gewickelt in die Röhre unter dem negativ geladenen Platin-Draht und lässt sie dort 20 bis 24 Stunden liegen. Nachdem das Präparat entfernt wurde, misst er die auf der Elektrode gesammelte Aktivität. Uran ergibt keine Anzeichen sekundärer Aktivität, Polonium eine „schwache, aber sicher festzustellende sekundäre Aktivität" (vermutlich durch eine Radium-Kontamination). Nach einer längeren Beschreibung weiterer Versuche kommt Dorn dann zu seinen entscheidenden Feststellungen. Er schreibt:

„Nach RUTHERFORD nimmt die durch ThO_2 erregte sekundäre Aktivität ziemlich langsam mit der Zeit ab und sinkt in etwa 11 Stunden auf die Hälfte. Zu systematischen Beobachtungen in dieser Richtung habe ich bisher nicht die Zeit gefunden. Indessen steht mit den Angaben von RUTHERFORD in Einklang, dass einmal in 21 Stunden die Wirkung eines über ThO_2 aktivierten Drahtes von 41,1 auf 10,2 Skalenteile abnahm.

Die durch $BaBr_2$ und $BaCl_2$ erregte sekundäre Aktivität klingt aber sehr viel schneller ab. Auch die wirksamsten Drähte waren in 2 Tagen so weit inaktiv geworden, dass sie zu neuen Versuchen benutzt werden konn-

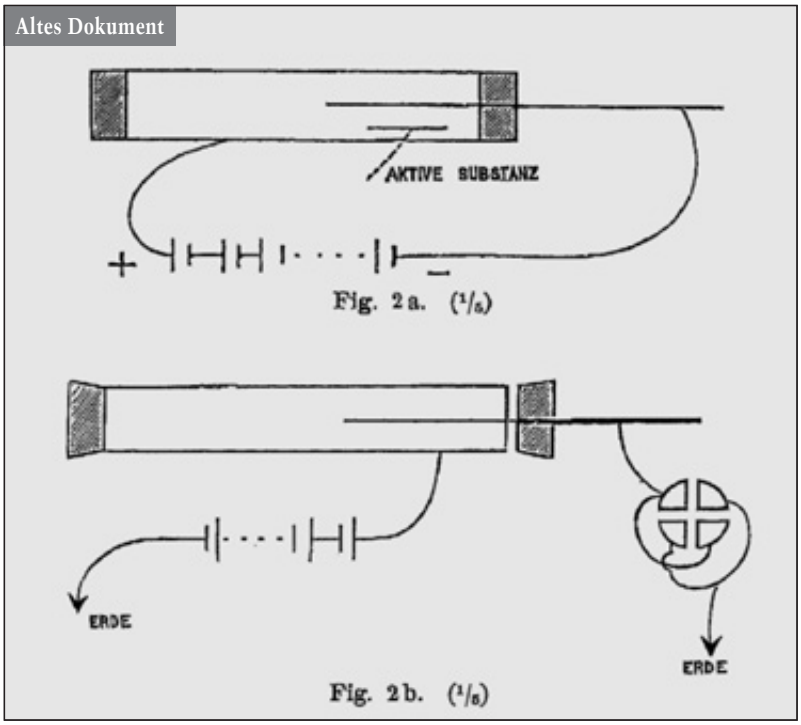

Abb. 6: Apparatur von Dorn zur Untersuchung der „sekundären Radioaktivität" [12]

ten. Ein über $BaBr_2$ aktivierter Draht fiel in 44 Min. von 423 auf 217; ein über $BaCl_2$-aktivierter, der in 8 Sek. 500 Skt. Ablenkung gegeben hatte, lieferte nach 24 Stunden nur noch 8,0 in 1 Min., während ein inaktiver Draht 3,0 erzeugte. Ähnliche Wahrnehmungen wurden noch öfter gemacht.

Hieraus möchte ich auf eine qualitative Verschiedenheit der durch Thor-Verbindungen einerseits und durch die aktiven Baryum-Verbindungen andererseits erzeugten Emanation (und sekundären Aktivität) schliessen."

Damit war die Emanation des Radiums, in der heutigen Begrifflichkeit das ^{222}Rn entdeckt – nachgewiesen über die Zerfallsprodukte ^{214}Pb und ^{214}Bi.

Dorn hat seine Messergebnisse im Unterschied zu Rutherford nicht weiter quantifiziert. Die Abnahme von 423 auf 217 in 44 Minuten führt rein rechnerisch und ohne Beachtung von Nulleffekt auf eine Halbwertszeit von 45,7 Minuten und damit relativ nah an die Summe der Halbwertszeiten von ^{214}Pb (26,8 min) und ^{214}Bi (19,9 min). Eine genauere Nachrechnung zeigt: Diese Messbefunde von Dorn waren auch erstaunlich dicht an den heute bekannten Daten.

Was uns die Geschichte noch erzählt

Die Entdeckungsgeschichte des Radons war eine „Weltgeschichte". Ihre beiden Protagonisten begannen ihre wissenschaftliche Ausbildung auf unterschiedlichen Kontinenten in ländlich geprägten Regionen, gelangten auf Wegen, die auch „glückliche Umstände" einschlossen, in akademische Positionen, die es ihnen ermöglichten, ein Stück wissenschaftliche Weltgeschichte zu schreiben. Blickt man aus heutiger Sicht auf diese Geschichte, dann fallen einige Aspekte besonders auf:

Radon als Weltgeschichte

1. Die Geschwindigkeit, mit der sich neue wissenschaftliche Erkenntnisse in der Wissenschaftswelt verbreiteten, war beeindruckend. Es war ja nicht nur nötig, die eingereichten Arbeiten innerhalb weniger Wochen zu drucken, die Zeitschriften mussten materiell (!) von London (oder Paris) nach Halle an der Saale kommen, dort von den Personen (ohne elektronische Übersetzungshilfe) gelesen und verstanden werden, bevor eine eigene Untersuchung beginnen konnte. Mit den heutigen Standards eines Peer-Review-Verfahrens ist dieses Tempo trotz inzwischen fast perfekter elektronischer Kommunikation nicht annähernd zu erreichen.
2. Vernetzung der Wissenschaftsgemeinschaft funktionierte ebenfalls mit beachtlicher Geschwindigkeit. Um 1900 waren Telegrafennetze schon weltweit ausgebaut und ein Telefonnetz grundsätzlich verfügbar. Inwieweit die beteiligten Personen diese Wege nutzten, ist, ohne tiefere historische Studien, schwer zu beurteilen. Briefe waren der Standardweg der Kommunikation und dieser Kommunikationsweg war hinreichend schnell, um innerhalb von wenigen Wochen einen Austausch von Informationen und Erkenntnissen zu erreichen.
3. Die chemische Industrie war in der Lage, innerhalb kürzester Zeit neue Produkte herzustellen und an Wissenschaftler zu liefern. Ohne sicherheitstechnische Prüfungen und Qualitätszertifikate wurden diese Produkte hergestellt und weitergegeben. Dahinter standen zum einen Personen wie Friedrich Giesel, die selbst als Forscher für die Wissenschaft brannten, aber sicherlich auch strategische Geschäftsinteressen. Die Chemiefabrik Buchler in Braunschweig war die erste Firma weltweit, die ab 1901 industriell hergestellte Radium-Produkte auf den Markt brachte [15], und bei De Haen in Seelze bei Hannover wurden jahrzehntelang Radium-Leuchtfarben produziert [16].
4. Betrachtet man die beiden handelnden Personen Rutherford und Dorn, dann fallen einige Unterschiede auf, die vielleicht auch etwas über die Wissenschaft als soziales System aussagen. Rutherford, zum Zeitpunkt der hier beschriebenen Arbeiten noch keine 30 Jahre alt, auf dem Weg zu wissenschaftlicher Anerkennung und ausgebildet bei dem führenden Physiker seiner Zeit im Bereich der elektrischen Phänomene in Gasen, arbeitet intensiv und prüft hoch systematisch Eigenschaften der neu entdeckten Radioaktivität ab. Er schließt nicht nur qualitativ aus, dass es sich bei der Emanation um Staubpartikel handelt, sondern bestimmt mit erstaunlicher Präzision die Halbwertszeiten von ^{220}Rn und ^{212}Pb. Dorn, im Jahr 1900 52 Jahre alt und anerkannter Institutsdirektor, überprüft die Arbeiten Rutherfords. Er kann auf einige sehr neue Präparate zurückgreifen, die ihm über sein Netzwerk kurzfristig zur Verfügung stehen. Er interpretiert seine Versuche qualitativ – macht eine kühne Aussage und überlässt die Fortsetzung der Arbeiten seinen Schülern.

Friedrich Ernst Dorn ist damit der Entdecker des Radionuklids, das im § 5 Abs. 28 StrlSchG definiert ist als „Radon: Das Radionuklid ^{222}Rn und dessen Zerfallsprodukte". In den Jahren 1901 bis 1914 betreute er 12 Dissertationen, in denen die Emanation weiter erforscht und vor allem Radioaktivität in Wässern untersucht wird. Die Dissertation von ***Fritz Gustav Hermann Henning*** „Über radioaktive Substanzen" (1901) ist die erste Dissertation in Deutschland zur Radioaktivität [17]. Die Universität Halle wird durch Dorn in dieser Zeit ein akademischer Leuchtturm der Radioaktivitätsforschung in Deutschland.

Über die weitere Geschichte und die Geschichten, die sich aus den hier beschriebenen Entdeckungen entwickelt

haben, findet man hervorragende Beschreibungen in der Monografie von ***Beate Ceranski*** [18] und in den Publikationen von ***Robert Bobkier***, ***Konstantin Kovler*** und ***Andrei Tsapalov*** [19], [20].

Wenn man heutigen Diskussionen zum Radon, zu seiner Gefährlichkeit und dem inzwischen zu einem eigenen Geschäftsfeld des Strahlenschutzes entwickelten Schutz vor diesem Edelgas etwas tiefer auf den Grund gehen möchte, als es in der Begründung zum Strahlenschutzgesetz steht, dann kann ein Blick zurück zu den Anfängen die Perspektive aufweiten. Ein solcher Blick zurück kann auch helfen, Laien an dieses wichtige Feld des modernen Strahlenschutzes heranzuführen, und vielleicht gibt dieser Beitrag dazu die eine oder andere Anregung.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. ***Wolfram Hergert*** (Universität Halle-Wittenberg) gilt mein herzlicher Dank für die zahlreichen Hinweise und Ergänzungen zur Historie des Physikalischen Institutes der Universität und insbesondere zu Friedrich Ernst Dorn.

Rainer Gellermann ❑

Eine neue Methode zur Abschätzung der mittleren, langzeitlichen Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen

Die Ermittlung der mittleren jährlichen Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen erfordert aufgrund der insbesondere jahreszeitlich variierenden saisonalen und meteorologischen Einflussfaktoren grundsätzlich eine Langzeitmessung der Aktivitätskonzentration über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten, wobei mindestens die Hälfte der Messzeit in der Wintersaison liegen muss (festgelegt z. B. für bestimmte Arbeitsplätze in Anlage 2 zu § 5 der österreichischen Radon-Schutzverordnung).

In bestimmten Fällen – z. B. wegen möglicher gesundheitlicher Risiken bei stark erhöhter Radon-Aktivitätskonzentrationen in Innenräumen, zur raschen Abschätzung der Wirksamkeit einer Radon-Sanierung an einem Gebäude oder im Zuge von Immobilientransaktionen – ist eine kurzfristige Abschätzung bzw. Ermittlung der durchschnittlichen Radon-Konzentration (Jahresmittelwert) innerhalb weniger Wochen wünschenswert bzw. notwendig.

Im Zuge der hier vorgestellten Arbeit wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem der Jahresmittelwert der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen mittels Kurzzeit-Radon-Messungen abgeschätzt werden kann.

Stand von Wissenschaft und Praxis

Im Zuge eines Fachgesprächs mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Österreichischen Radon-Fachstelle Linz im März 2023 wurde der derzeitige Stand von Wissenschaft und Technik für die Anwendung von Radon-Kurzzeitmessungen recherchiert. Dabei wurden auch der Statusbericht der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit AGES aus dem Jahr 2017 zum Projekt „Ermittlung und Bewertung von Schnellmethoden zur Erfassung der Radon-Situation in Gebäuden“ [1] und relevante Unterlagen des Bundesamts für Gesundheit, Bern, [2], [3], ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Arbeiten bzw. der darin angeführten Methoden zeigen, dass Kurzzeitmessungen zur Abschätzung des Radon-222-Jahresmittelwertes bisher nur eingeschränkt bzw. nur unter spezifischen Voraussetzungen zielführend eingesetzt werden können.

In einer Reihe von bisher veröffentlichten internationalen Studien wurde nachgewiesen, dass die IRC (Indoor Radon Concentration) generell jahreszeitlich-saisonalen Variationen unterliegt. Es wurde gezeigt, dass häufig höhere IRC im Winter und niedrigere in den Sommermonaten gemessen werden [4], [5], [6]. Eine Ursache hierfür ist die Wirkung des Kamineffekts innerhalb des Gebäudes im Winter infolge der Gebäudebeheizung im Zusammenwirken mit niedrigen Außentemperaturen. Die Temperaturunterschiede führen zu einem Druckgradienten, wodurch das Radon-Gas verstärkt aus dem Boden in die Innen-

Jahreszeitlich-saisonale Variationen beim IRC