

Die Entdeckung des chemischen Elementes Indium in Freiberg – Zur 200. Wiederkehr des Geburtstages des Physikers Ferdinand Reich

Dipl.-Chem. Klaus Volke, Buttermarktgasse 6, 09599 Freiberg (Sachs)

In Freiberg befindet sich mit der Bergakademie nicht nur die älteste montanwissenschaftliche Hochschule der Welt (gegründet 1765), sondern hier wurden auch zwei chemische Elemente entdeckt: 1863 das Indium durch Ferdinand REICH und Hieronymus Theodor RICHTER, sowie 1886 das Germanium durch den wohl bedeutendsten Freiburger Chemiker, Clemens WINKLER. Aus Anlaß des 200. Geburtstages von Ferdinand REICH soll nachfolgend dieser Freiburger Physiker gewürdigt und seine bedeutendste Leistung, die Entdeckung des Elementes Indium, dargestellt werden.

Ferdinand REICH – ein Lebensbild

Ferdinand REICH (Abb. 1) wurde am 19. Februar 1799 in Bernburg als zweites Kind eines Regierungsrates (später Geheimen Hofrates) geboren. Nach Vorbildung durch einen Hauslehrer besuchte er das Gymnasium in Bernburg, wo er sich besonders im Fach Mathematik auszeichnete. Die Reifeprüfung legte er vorzeitig am 2. September 1815 ab. Nach Absolvierung eines 8-wöchigen Praktikums im Eisenwerk Mägdesprung (Harzgerode) studierte er bis Ende September 1816 an der Universität Leipzig Mathematik, Physik und Chemie. Hervorzuheben ist, daß REICH bei seinem Studium in Leipzig (und nachfolgend auch in Freiberg) einem vom Freiburger Kunstmeister und nachmaligem Maschinendirektor Christian Friedrich BRENDEL (1776 - 1861) aufgestellten Plan folgte. Besonders interessierten ihn die von dem Physiker Ludwig Wilhelm GILBERT (1769 - 1824), dem Begründer der Zeitschrift *Annalen der Physik*, vorgeführten Versuche mit der auf den französischen Physiker Charles Auguste de COULOMB (1736 - 1806) zurückgehenden Drehwaage (1784). Der englische Chemiker Henry CAVENDISH (1731 - 1810) benutzte diese erstmals (1798) zur Bestimmung der Gravitationskonstante. Damit wurde die Größe der mittleren Erddichte zugänglich. Diese Versuche, d.h. die Messung von so extrem kleinen Kräften, beeindruckten REICH und beschäftigten ihn auch später noch als "gestandenen" Physikprofessor. (1 - 3)



Abb. 1: Ferdinand REICH (1799 - 1882). Medienzentrums der TU Bergakademie Freiberg

Am 2. November 1816 schrieb sich REICH unter der Matrikel-Nr. 832 an der Bergakademie Freiberg ein und studierte hier bis Ende Juli 1819. Er studierte mit großem Erfolg, so daß er 1819 eine Belobigung erhielt. Unter anderem hörte er bei Abraham Gottlob WERNER (1749 - 1817) die geologischen Wissenschaften, bei Wilhelm August LAMPADIUS (1772 - 1842) Chemie und bei Friedrich MOHS (1773 - 1839), der durch seine 10-stufige Härteskala der Minerale (1812) bekannt wurde, Mineralogie. Durch seine guten Studienergebnisse wurde er in den letzten Studienmonaten mit zu geologischen Untersuchungen herangezogen. Mit den Studien in Leipzig und Freiberg bereitete er sich gezielt auf einen hüttenmännischen Beruf vor. Am 8. Oktober 1819 trat er als Hütten- und Amalgamiergehilfe in Halsbrücke bei Freiberg in den sächsischen Staatsdienst ein. Diese rein praktische Tätigkeit stellte ihn aber nicht zufrieden, er wollte - auch auf Anraten von Berghauptmann Sigmund August Wolfgang VON HERDER (1776 - 1838), Sohn des Philosophen und Dichters Johann Gottfried VON HERDER (1744 - 1803) - eine akademische Laufbahn einschlagen. Diesem Ziel dienten auch zwei Studienreisen. Eine kürzere führte ihn 1821 in den Harz, nach Mansfeld, Siegen und Bonn, während ihn eine längere (ein "bezahlter Urlaub") von Ostern 1822 bis Ostern 1823 nach Göttingen und von Pfingsten 1823 an für ein Jahr nach Paris führte.

Hier studierte er Mathematik, Physik, Chemie und Conchyliologie (Untersuchung von Weichtierschalen). Vor allem der Aufenthalt in Paris prägte ihn für sein späteres wissenschaftliches Wirken. Alexander VON HUMBOLDT (1769 - 1859), mit dem er auch später noch in Kontakt blieb, nahm sich auf Empfehlung des damaligen Bergkommissionsrates Johann Carl FREIESLEBEN (1774 - 1846) des jungen REICHS mit besonderem Wohlwollen an. Es wurde REICH ermöglicht, an der École des Mines, der Sorbonne und dem Collège de France zu studieren und mit solch hervorragenden französischen Gelehrten wie Dominique Francois ARAGO (1786 - 1853), Augustin FRESNEL (1788 - 1827), Pierre Armand DUFRÉNOY (1792 - 1857), Joseph Louis GAY-LUSSAC (1778 - 1850) u.a. in Kontakt zu treten. Insbesondere die Experimentalphysik-Vorlesungen GAY-LUSSACs schätzte er sehr. Sie wurden zum Vorbild für seine eigenen Physik-Vorlesungen. (1 - 4)

Zur wissenschaftlichen Persönlichkeit herangereift, erhielt er 1824 von der sächsischen Regierung den Auftrag, von Paris aus die Auvergne (Südfrankreich) mit einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung zu bereisen. Diese geognostische Reise hatte die Untersuchung der dortigen Basalte zum Inhalt. Er kam zu der Überzeugung, daß die Basalte vulkanischen Ursprungs seien, und stellte sich damit gegen die damals noch herrschende Theorie des Neptunismus WERNERS. Aus diesem Grunde wurden die Ergebnisse auch nicht veröffentlicht. FREIESLEBEN lobte wenigstens das Literaturverzeichnis. (2; 3) Am 31. Juli 1824 traf REICH wieder in Freiberg ein. In seinem Reisegepäck befand sich eine umfangreiche Sammlung von Mineralien, Gesteinen und Versteinerungen, Kopien des Urmeters und des Urkilogramms sowie viele wissenschaftliche Apparate. Übrigens wurde die Herstellung der Kopie des Urmeters von ARAGO selbst überwacht und er hat auch die Eichung vorgenommen. Die Kopie besteht aus Stahl und ist laut Attest des Bureau des Longitudes vom 19. April 1824 nach ARAGO bei + 8 °C im Vergleich zum Platin-Urmetern zu Paris um 1/425 mm zu lang. Sicher hat diese Kopie des Urmeters den "höchsten Reskript" vom 28. April 1830, die Meterfestlegung für den sächsischen Bergbau betreffend, mit vorangetrieben. (3; 5)

Wieder nach Freiberg zurückgekehrt, wurde REICH im August 1824 zum Bergakademieinspektor ernannt. Seine erste Aufgabe war die Ordnung der von WERNER der Bergakademie übereigneten Sammlungen und die Aufnahme der WERNERSchen Bibliothek in den Bestand der Akademiebücherei. Allein das Bücherverzeichnis umfaßte 10687 Positionen. Er konnte es im Januar 1827 abschließen. Weiterhin erhielt er 1827 den Auftrag, den neugestalteten *Kalender für den Sächsischen Berg- und Hüttenmann* herauszugeben, eine Aufgabe, die er bis 1838 wahrnahm. (1; 3; 4)

Am 14. Juli 1827 folgte seine Ernennung zum Professor für Physik. Dieses Fachgebiet wurde damit erstmals eigenständig gelehrt. Vorher hatte die Physik in der auf die Bergwissenschaften spezialisierten Akademie nur den Status eines "Ergänzungsfaches" und wurde neben Mathematik und Mechanik gelesen, und zwar bis 1801 von Johann Friedrich LEMPE (1757 - 1801) und danach von Friedrich Gottlieb VON BUSSE (1773 - 1836). Dieser unbefriedigende Zustand war Anlaß für ein Gutachten, das am 31. März

der Bergakademie" nach dessen Tode. Sie wurde noch verschärft, als REICH die Professur aufgab. Diese wurde bis zur Berufung seines Nachfolgers {Christian Hugo Theodor ERHARD (1839 - 1919), ein Schüler von REICH} im Jahre 1867 von Albin WEISBACH (1833 - 1901), also wieder von einem Nichtphysiker, wahrgenommen. (3)

Während seiner Zeit als Physikprofessor übernahm REICH noch weitere Vorlesungen: von 1830 bis 1842 die Versteinungslehre (als Vorgänger von Bernhard VON COTTA; 1808 - 1879) und von 1842 bis 1856 die Allgemeine Chemie (7) {in seiner Selbstbiographie (8) als "Theoretische Chemie" bezeichnet}; dieser Lehrstuhl war nach dem Tode von LAMPADIUS verwaist. Ebenso wie GAY-LUSSAC sein Vorbild für die Physik-Vorlesung war, so war dies LAMPADIUS für seine Chemie-Vorlesung. REICHs Chemie-Vorlesung war stark auf das Hüttenwesen zugeschnitten. Obwohl er als Hütten- und Amalgamiergehilfe in Freiberg angefangen hatte, benötigte er aber doch Unterstützung. Diese wurde ihm in Gestalt eines ausgezeichneten Vorlesungsassistenten {WITTIG (8)} auch zuteil. (3) Außerdem bemühte sich ebenfalls Carl Friedrich PLATTNER (1800 - 1858), Professor für Hütten- und Lötrohrprobierkunde, um ihn. (7) REICH hat seine Vorlesungen immer sehr ernst genommen. Er führte sie mit beamtenhafter Genauigkeit und Strenge durch. Trotzdem war er bei den Studenten außerordentlich beliebt. Er nahm sich ihrer persönlich an und lud sie öfters zu sich ein, um die Kluft zwischen Lehrer und Schüler nicht zu groß werden zu lassen. (3)

Am 1. Oktober 1856 wurde er als Assessor in das Königliche Oberhüttenamt berufen und mit der Leitung des Hüttenlaboratoriums betraut. (2) In diesem Labor wirkte seit drei Jahren der 25 Jahre jüngere Hieronymus Theodor RICHTER. Als REICH 1860 die Physikprofessur aufgab, rückten die chemisch orientierten Arbeitsrichtungen noch stärker in sein Blickfeld und der Schwerpunkt seines Wirkens verschob sich in Richtung Hüttenlaboratorium. Er wandte sich in zunehmendem Maße der Hüttenrauchfrage, einem schon damals höchst akutem Umweltproblem, zu und beschäftigte sich mit der ökonomischen Verwertung der Produkte des Verhüttungsprozesses. Die Leitung des Hüttenlaboratoriums hatte er bis zu seinem wohlverdienten Ruhestand am 1. Mai 1866 inne, von dem Amt des Akademieinspektors wurde er Ende August 1866 entbunden. (2; 4; 9)

Zahlreiche Ehrungen wurden ihm zuteil. Am 21. Juni 1846 erhielt er die Ehrendoktorwürde der Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig. Am 28. Mai 1853 wurde er zum Bergrat, am 15. November 1860 zum Oberbergrat und außerordentlichem Beisitzer im Oberbergamt ernannt. Am 16. Dezember 1841 erhielt er das Ritterkreuz I. Klasse des Königlich-Sächsischen Verdienstordens, vor seiner Pensionierung (19. April 1866) das Comthurkreuz II. Klasse zum gleichen Orden. (2)

REICH beteiligte sich rege am wissenschaftlichen Leben in Freiberg. So hob er am 5. Januar 1841 gemeinsam mit 22 weiteren Persönlichkeiten den "Bergmännischen Verein" aus der Taufe und bereicherte die Arbeit dieses Vereins mit vielen Vorträgen. (4) Weiterhin war er Mitglied zahlreicher gelehrter Gesellschaften: (2)

- Mitglied der Societät für die gesammte Mineralogie in Jena (seit 30. September 1826);
- Korrespondierendes Mitglied der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Dresden (seit 24. Mai 1829);
- Korrespondierendes Mitglied des naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes (seit 11. August 1841);
- Mitglied der Königlich-Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig (1. Juli 1846);
- Auswärtiges Mitglied der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen (seit 3. Dezember 1864);
- Mitglied der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher (seit 6. November 1866). Für die Mitgliedschaft in der "Leopoldina" war der schon erwähnte Kurzlebenslauf erforderlich (vgl. Abb. 2).

Ferdinand REICH war seit dem 4. September 1827 mit Julie STICHLING aus Weimar, einer Stiefnichte VON HERDERS, verheiratet. Die Ehe blieb kinderlos. Er sorgte sich aber sehr um die 11 Kinder seines in schlechten Verhältnissen lebenden Bruders. REICH war sehr reiselustig. Über seine Reisen, die er nicht nur zu seinem Vergnügen, sondern stets auch zur Belehrung unternahm, hat er seit 1816 ausführlich Tagebuch geführt. (4)

1857 wurde Clemens WINKLER (1838 - 1904) an der Bergakademie Freiberg immatrikuliert. Zu seinen akademischen Lehrern zählte auch Ferdinand REICH, der WINKLERs Pate war. REICHs Zuwendung zu WINKLER und sein mildes Wesen kommt auch in einem Brief zum Ausdruck, den er zum 2. {in (10) fälschlicherweise 3.} Geburtstag von Clemens WINKLER geschrieben hatte:

Mein liebes Pathchen!

Zum 26. December 1840

Im vorigen Jahre habe ich es versäumt, Dir zum Geburtstage Glück zu wünschen, und jetzt bist Du auf und davon gegangen, so daß ich Dich nur schriftlich erreichen kann. Wäre es nicht der Fall, hätte ich von meiner Unaufmerksamkeit noch den Vortheil gehabt, Dich mir entgegenlaufen zu sehen, und ein Wort mit Dir zu reden, denn Du verstehst doch wohl jetzt deutsch, und sprichst es wohl auch? - So aber mußt Du Dir meine guten Wünsche vorlesen lassen, mit denen ich dieses Blatt absende. Fürs Erste wachse und gedeihe leiblich, später mögen im gesunden, starken Körper auch die Weisheit und die Kenntnisse einziehen, der frohe kindliche Sinn aber, der jetzt in Dir lebt, möge Dich niemals verlassen, dann wirst Du die Freude Deiner verehrten Eltern sein, denen ich Dich meine Grüße und auch meine Glückwünsche zu dem Schwesterchen (Elmonde; d.A.), das Dir kürzlich geboren wurde, auszurichten bitte.

Möge Dir das Beifolgende wenigstens später Freude machen und dazu beitragen, daß Du nicht ganz vergessest

Deinen Dich liebenden Pathen F. Reich
Freiberg am 25ten December 1840

An den Fortschritten der Wissenschaft nahm REICH auch nach seinem Ruhestand noch großen Anteil. Am 19. April 1876 starb seine Frau. Er selbst verstarb am 27. April 1882 im Alter von 83 Jahren. (4)

BUCHHEIM (3) bezeichnet REICH als "äußerst schlicht und bescheiden, bisweilen schüchtern wirkend,.....ein "Mann charaktvoller Unterordnung, des diskreten und sorgfältig erledigten Auftrags.....". In dem von der "Leopoldina" veröffentlichten Nekrolog wird er wie folgt charakterisiert: (2) "Seine Persönlichkeit bietet ein Bild fast ohne Schatten. Streng gegen sich selbst, mild gegen Andere, selbstlos und bescheiden in einem Grade, welcher seinen Freunden bisweilen übertrieben erschien, stets getreu seinem Berufe, die Wahrheit als solche zu suchen und Anderen mitzuthemen, konnte er als Muster eines ächten Gelehrten gelten."

REICHs wissenschaftliche Arbeitsgebiete und Publikationen

Bis November 1866 weist sein eigenes Verzeichnis {vgl. (2)} 43 Arbeiten aus. Der zu behandelnden Thematik entsprechend, soll vor allem die Entdeckung des Indiums gewürdigt werden. Trotzdem seien einige physikalische und chemische Arbeiten hier mit genannt.

Auf *physikalischem* Gebiet beschäftigt sich REICH u.a. mit (2; 3)

- der Erforschung der Erdumdrehung (1831/32: Fallversuche im Dreibrüderschacht bei Freiberg;
- Untersuchungen zur Erddichte (1838: Versuche mittels Drehwaage, welche REICH durch Einführung der POGGENDORFFschen Spiegelablesung verbesserte);
- Untersuchungen zur Elektrizität und zum Magnetismus (1830/31: Beobachtungen über die Variation der Magnetdeklination; 1831: Versuche zur magnetischen Intensität und Inklination; 1840: Elektrische Ströme auf Erzgängen; 1846: Versuche zur Elektrizität; 1848: magnetische Polarität des Pöhlberges bei Annaberg; 1859: Photographische Registrierung der magnetischen Deklination).

REICHs physikalische und geophysikalische Grundlagenforschung hatte mehr theoretische Bedeutung; obwohl vom Sächsischen Oberbergamt mit initiiert, fehlte oftmals der praktische Bezug. (3)

Die *chemischen* Arbeiten REICHs umfaßten außer der Untersuchung des neuen Metalls u.a. folgende Themen: (2)

- die Beseitigung des schädlichen Einflusses des Hüttenrauches und die Bestimmung des Gehaltes an schwefligsaurem Gas (1858);
- Beiträge zur Geschichte des Bleies (1859);
- Die Salpeterprobe (1861);

- Über eine Verbindung von Eisenoxid mit Zinkoxid (1861);
- Über die Anreicherung von Silber in Blei (1862);
- Über eine Verbindung der arsenigen Säure mit Schwefelsäure (1863);
- Reisebericht (zusammen mit dem Hüttengehilfen und nachmaligem Physikprofessor Th. ERHARD) über die Erkundung der Hüttenrauchschäden im Harz u.a. (1867).

Aus den Jahreszahlen ist ersichtlich, daß REICH sich zwischen 1855 und 1860 von der Physik abwandte, um sich mehr und mehr mit chemischen Themen zu beschäftigen. Ausgelöst wurde dies durch die vielfältigen Probleme im Hüttenwesen und seine Leitungsfunktion im Hüttenlaboratorium.

Viel Mühe verwandte er auf die Lösung der Hüttenrauchfrage. Etwa seit 1856 wandte sich REICH diesem Problem zu. Bedingt durch die Schäden in der Landwirtschaft wurde der Ruf nach wissenschaftlichen Untersuchungen immer lauter. Nachdem festgestellt worden war, daß nicht Blei und Arsen die hauptsächlichen Schadensverursacher sind, sondern die "schwefligsauren Gase" {STÖCKHARDT/THARANDT (7)}, nahm sich REICH dieser Frage an. 1858 erfand er einen einfach zu bedienenden Apparat zur raschen Bestimmung der schwefligen Säure in den Röstgasen. Der Ingenieur Moritz Florian Josef GERSTENHÖFER (1828 - 1881) sorgte für eine breite Anwendung dieses Apparates auf den Hütten. 1865 führte ihn eine 50-tägige Reise in die Rheinprovinz, nach Belgien und England, wobei er nach dem von ihm erstatteten Bericht 21 deutsche, 8 belgische und 11 englische Hütten und chemische Fabriken besuchte. Er gelangte dabei zu der Feststellung, daß alle diese Werke hinsichtlich der Unschädlichmachung des Hüttenrauches schlechter ausgerüstet waren als die Freiburger Hütten. (3; 4; 7)

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß sich REICH auch mit Meteorologie befaßte. So veröffentlichte er (2) *Meteorologische Beobachtungen zu Freiberg 1829 - 1837* (1838) und *Über die Regenmenge in Freiberg* nach 21 bzw. 32 Jahren (1852; 1863).

Hieronimus Theodor RICHTER - sein Leben in Stichworten

Geboren am 21. November 1824 in Dresden; 1843: Studium an der Bergakademie Freiberg; 1847 Anstellung bei den Freiburger Hütten; 1853 Hüttenchemiker; 1863 Professor für Lötrohrprobierkunde; Vorlesungen über Lötrohrprobierkunde sowie über Hüttenkunde und metallurgische Probierkunde; 1868 Ehrendoktorwürde der Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig; 1875 Ernennung zum Oberbergat; 1875 Direktor der Bergakademie Freiberg; 1891 Ernennung zum Geheimen Bergat; verstorben am 25. September 1898 in Freiberg.

Gegenstand seiner hüttenchemischen Arbeiten war auch die Entwicklung eines Verarbeitungsverfahrens für die bisher als wertlos geltende und auf Halde gestürzte, schwarze Zinkblende auf Zink, ein Gedanke, den lange vorher schon LAMPADIUS geäußert hatte

und der im Jahre 1857 in Angriff genommen wurde. (4) Die Beschäftigung mit diesem Erz führte schließlich zur Entdeckung des Indiums. Da RICHTER im Hüttenlaboratorium angestellt war, war REICH zum Zeitpunkt der Entdeckung des Indiums sein unmittelbarer Vorgesetzter, (9) was den Laboratoriumsbetrieb betraf.

Die Entdeckung des Indiums

Im Sommer des Jahres 1863 entdeckten REICH und RICHTER in der eisenschüssigen schwarzen Zinkblende der Himmelfahrt-Fundgrube (im 19. Jahrhundert die größte Grube im Freiburger Revier) ein neues chemisches Element, welches sie wegen seiner charakteristischen indigoblaunen Spektrallinie Indium nannten.

Die beiden Freiburger Professoren suchten nicht gezielt nach einem neuen Element; das Indium verdankt seine Entdeckung einem Zufall. REICH und RICHTER wollten prüfen, ob das zwei Jahre zuvor entdeckte Element Thallium sich in Freiburger Hüttenprodukten befindet. (9) Sie bedienten sich dabei der Methode der Spektralanalyse, eines damals neuen Analysenverfahrens, welches 1859 von den beiden Heidelberger Professoren Robert Wilhelm BUNSEN (1811 - 1899) und Gustav Robert KIRCHHOFF (1824 - 1887) entwickelt worden war. Mittels der Spektralanalyse war schon 1861 durch den englischen Chemiker Sir William CROOKES (1832 - 1919) das besagte Element Thallium entdeckt worden, kenntlich an einer ausgeprägten grünen Linie. (11)

REICH und RICHTER fanden nun statt der charakteristischen grünen Thallium-Linie eine indigoblaue Linie, die keinem der bisher bekannten etwa 60 Elemente zugeordnet werden konnte. Ausgangsprodukt waren zwei Erzproben, hauptsächlich Zinkblende und Arsenkies mit etwas Bleiglanz, welche durch Rösten von Schwefel und Arsen befreit worden waren. Nach Aufnahme mit Salzsäure und Eindampfen erhielt man "unreines Chlorzink". (12) Daraus isolierten sie kleine Mengen des Chlorids und Hydroxids. Durch Erhitzen eines Gemisches aus Indiumoxid und Soda mit Kohle erhielten sie das unreine Metall. Bei der Untersuchung mit dem Spektroskop zeigte sich keine Thalliumlinie, "dagegen eine indigblaue bisher unbekannte Linie". In ihrer Veröffentlichung *Vorläufige Notiz über ein neues Metall*, erschienen 1863 im "Journal für praktische Chemie", schrieben die Autoren weiter: (12) "Nachdem es gelungen war, den vermutheten Stoff, wenn auch bisher nur in äusserst geringen Mengen, theils als Chlorid, theils als Oxyhydrat, theils als Metall darzustellen, erhielten wir, nach Befinden nach dem Anfeuchten mit Chlorwasserstoffsäure, im Spectroskop die blaue Linie so glänzend, scharf und ausdauernd, dass wir aus ihr auf ein bisher unbekanntes Metall, das wir *Indium* nennen möchten, zu schliessen nicht anstehen."

Die betreffende Linie hat eine "grössere Brechbarkeit als die blaue Linie des Strontiums, und ausserdem erscheint noch eine weit schwächere Linie von noch grösserer Brechbarkeit, welche die der blauen Linien des Kaliums fast, aber nicht ganz erreicht". In einer

späteren Publikation (13a) wurden diese beiden Spektrallinien durch die Buchstaben α und β unterschieden, wobei die hellere (α) bei 98 Skalenteilen und die schwächere (β) bei 135 Skalenteilen beobachtet wurde. REICH und RICHTER ergänzten noch: "Dabei bemerken wir, dass wenn man ein geeignetes Indiumpräparat in die Flamme der Bunsen'schen Lampe bringt dieselbe lebhaft violett gefärbt wird, so dass man die Gegenwart des Indiums schon ohne Spektroskop erkennen kann."

Die beiden Leitlinien des Indiums werden heute mit Wellenlängen von 410,2 nm und 451,1 nm angegeben. Tabelle 1 stellt diese mit den in Rede stehenden Linien des Strontiums, Kaliums und Thalliums gegenüber.

Indium	Kalium	Strontium	Thallium
λ / nm // Skt.	λ / nm	λ / nm // Skt.	λ / nm
303,9 "blau" WINKLER (14b)			
325,6 "blau" WINKLER (14b)			
	404,4 violett		
410,2 // 135 violett; (β) REICH u. RICHTER (13a)			
451,1 // 98 indigoblau; (α) REICH u. RICHTER (13a)			
		460,7 // 93 blau	
			535,0 grün

Tabelle 1: Wellenlängen (nm) und "Brechbarkeiten" (Skt.) des Indiums im Vergleich zu Kalium, Strontium und Thallium {nach SCHNEIDER (9); ergänzt (13a; 14b)}.

Erste Untersuchungen der Entdecker zu den chemischen Eigenschaften des neuen Metalles ergaben folgendes: (12) Indium wird "aus der sauren Auflösung des Chlorides durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt"; es wird "aus derselben Auflösung durch Ammoniak als Oxyhydrat ausgefällt"; das trockene Chlorid zieht die Feuchtigkeit begierig an und zerläuft; schließlich zeigte es sich, daß das Oxyd, auf Kohle "mit Soda erhitzt sich zu bleigrauen Metallkügelchen reducirt, welche ductil und sehr weich sind, und für sich wieder vor dem Löthrohre erhitzt einen gelblichen Beschlag geben, der durch Kobaltsolution bei neuer Erhitzung keine charakteristische Färbung annimmt".

Im Zusammenhang mit dem Vorgang der Entdeckung ist in der Literatur vielfach von einem Glaskölbchen und einem Beschlag die Rede. RICHTER "untersuchte 1863 ein-

mal eine Probe" (der schwarzen Zinkblende) "durch Erhitzen in Glaskölbchen. Dabei trat ein eigenartig gefärbter Beschlag auf, der noch nie bei einem anderen Mineral beobachtet worden war". (4) 1863 untersuchte er „eine Probe dieser schwarzen Zinkblende durch Erhitzen im Glaskölbchen. Dabei trat ein eigenartig gefärbter Beschlag auf, der noch nie bei einem anderen Mineral gefunden worden war". (7) RICHTER fiel "im einseitig geschlossenen Glasrohr ein eigentümlich gefärbtes, von ihm noch niemals beobachtetes Kondensat" auf, welches spektroskopisch untersucht wurde. (15)

Diese Darstellung ist m.E. nicht belegbar. Sie fehlt in der Originalliteratur {vgl. (12; 13)}. Auffällig ist, dass diese in den gleichen Quellen vorkommt, die auch fälschlicherweise REICH die unmittelbare Untersuchung am Spektroskop zuweisen (s.u.).

An den im vorigen Jahrhundert spektroskopisch entdeckten Elementen waren nicht nur REICH, RICHTER und CROOKES beteiligt. Tabelle 2 gibt einen Überblick.

Element	Jahr	Entdecker
Cs	1860	BUNSEN / KIRCHHOFF
Rb	1861	BUNSEN / KIRCHHOFF
Tl	1861	CROOKES
<i>In</i>	1863	REICH / RICHTER
Ga	1875	de BOISBAUDRAN
He	1868	JANSEN
	1894	RAMSAY
Ar	1898	RAMSAY / RAYLEIGH
Kr	1898	RAMSAY / TRAVERS
Ne	1898	RAMSAY / TRAVERS
Xe	1898	RAMSAY

Tabelle 2: Spektroskopische Entdeckung chemischer Elemente (19. Jahrhundert); zusammengestellt nach (11).

Das neu entdeckte chemische Element Indium war eine Domäne der Freiburger Chemiker. Auch der wohl bekannteste von ihnen, Clemens WINKLER, beschäftigte sich {im Einverständnis mit REICH und RICHTER (10)} mit dem neuen Metall, um seine Eigenschaften zu erforschen. WINKLER war schon vor der Entdeckung des Indiums einmal mit dem neuen Element in Kontakt gekommen. In der Zeit, als REICH dem neuen Element auf der Spur war, zeigte er seinem Schüler Clemens WINKLER einmal einen gelben Niederschlag, der seiner Meinung nach das Sulfid eines unbekanntes Elementes sein müsste. (11) Wahrscheinlich hatte REICH das gelbe Indiumsulfid vor sich.

In mehrjähriger Arbeit bestimmte WINKLER das Atomgewicht, synthetisierte viele Indium-Verbindungen und zeigte Wege auf, wie man es aus dem Zinkerz bequemer darstellen könnte. In seiner Arbeit *Beiträge zur Kenntnis des Indiums* aus dem Jahre

1867 (14b) gibt er noch zwei weitere blaue Spektrallinien an, welche mit einer Wasserstoff-Flamme angeregt werden und im Vergleich zu den schon bekannten beiden Linien weniger intensiv sind (vgl. Tabelle 1). WINKLER beschreibt das neue Element als weißes Metall, welches heller als Zinn ist und in seinem Aussehen dem Platin ähnelt. Es ist äußerst weich und sehr duktil, "es lässt sich leicht plattdrücken, mit dem Messer schneiden und schon durch höchst geringen Druck zu feinsten Blech auswalzen". (14a)

Quelle	Werte der Orig. arb.			Umrechnung auf			In=III
	Basis			Basis (In = II)			
	O = 100	S = 200	H = 1	O = 100	H = 1 (A)	C = 12 (B)	C = 12 (B)
REICH; RICHTER 1864 (13b)	463,4 (M 1)	464,9 (M 2)			37,07	74,14	111,2
					37,19	74,38	111,6 ∅ 111,4
WINKLER 1865 (14a)			35,874 35,927 35,953 ∅35,918 (M 3)				
	448,9					71,833	107,75
WINKLER 1867 (14b)			37,730 37,800 (M 4) 37,845 37,879 (M 3) 37,811 (M 1) ∅ 37,813				
				472,66		75,623	113,44
Heutiger	Wert						114,82

Tabelle 3: Bestimmung des Atomgewichtes ("Aequivalentes"). A: O = 8 (Formel für Wasser war HO); B: O = 15,9994. Bestimmungsmethoden: M 1: $\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{InO})$, M 3: In-Nitrat $\rightarrow (\text{InO})$, M 2: In-Sulfat $\rightarrow \text{BaSO}_4$, M 4: Au-Lösung $\rightarrow \text{Au}$.

Intensiv beschäftigte man sich mit der Bestimmung des Atomgewichtes des Indiums - damals noch "Aequivalent" genannt (vgl. Tabelle 3). REICH und RICHTER (13b) nahmen an, daß Indium in seinem gelben Oxid zweiwertig vorläge (Summenformel: InO) und erhielten ein Atomgewicht von 463,4 (Basis: Sauerstoff = 100). Dies ergibt 37,07 (Basis: Wasserstoff = 1). Nach einer anderen Methode ermittelte WINKLER einen Wert von 35,918 ($\text{H} = 1$) (14a), später 37,813 (als Mittelwert aus fünf Bestimmungen). (14b) Der letzte Wert steht in guter Übereinstimmung zu dem Ergebnis der Entdecker. Es ergeben sich daraus folgende relative Atommassen, wenn man die heute gültige Basis (Kohlenstoffisotop $^{12}\text{C} = 12,0000$) anwendet: 74,14 {REICH und RICHTER (13b)} sowie 75,623 {WINKLER (14b)}; und unter Berücksichtigung der Dreiwertigkeit des Indiums: 111,2 {REICH und RICHTER (13b)} bzw. 113,44 {WINKLER (14b)}. Die Abweichungen zum heute gültigen Wert (114,82) betragen nur 3 % {REICH und

RICHTER (13b)) bzw. 1,2 % {WINKLER (14b)}, was die damals mögliche Genauigkeit und Sorgfalt bei den Wägungen zeigt.

Die Dreiwertigkeit des Indiums wurde erst nach der Aufstellung des Periodischen Systems der Elemente {1869 durch Dmitrij Ivanovic MENDELEEV (1834 - 1907) und Julius Lothar MEYER (1830 - 1895)} erkannt. Indium wurde erst 1870 von MEYER und erst 1872 von MENDELEEV in die dritte Gruppe des Periodischen Systems eingeordnet. (9; 16)

Auch mit einigen physikalischen Eigenschaften des Indiums beschäftigte man sich in Freiberg. So ermittelte ERHARD (17) im Jahre 1881 den spezifischen Widerstand des Indiums und dessen Temperaturkoeffizienten sowie die Stellung des Indiums in der elektrochemischen Spannungsreihe. In dieser ordnete er das neue Element zwischen Zink und Silber ein, was mit der heutigen Reihung übereinstimmt. Allerdings ist die Anordnung der anderen von ERHARD untersuchten Elemente (Al, Sn, Au, Cu, Fe) heute etwas anders. Eine Übersicht über die damals ermittelten physikalischen Eigenschaften des Indiums gibt Tabelle 4.

Bestimmt durch	Farbe	Härte	auf Papier abfärbend	Spez. Gewicht	Schmelz-punkt	Spez. Widerstand
REICH; RICHTER 1863 (12)	blei- grau	ductil; sehr weich				
REICH; RICHTER 1863 (13a)	heller als Pb, etwa wie Sn	weich, ductil	X			
REICH; RICHTER 1864 (13b)	weiss, heller als Sn, dem Ag sich nähernd	äusserst weich, sehr ductil		Körner: 7,11; 7,147 Blech: 7,277 (20,4°C)	etwa wie Pb 1)	
WINKLER 1865 (14a)	ähnlich dem Pt	weicher als Pb	X	Blech: 7,362 (15 °C)		
WINKLER 1867 (14b)				stückig: 7,421 (16,8°C) nach Häm- mern: 7,422 Blech: 7,420	176 °C	
ERHARD 1881 (17)						0,0962 Hg-Ein- heiten (16,5 °C)
heute				7,362 (20 °C)	156,634 °C	0,0872 Hg-Ein- heiten 2)

Tabelle 4: Physikalische Eigenschaften von Indium; 1): Blei: 327,5 °C; 2): berechnet aus: In: $8,2 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ cm}$; Hg: $94,07 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ cm}$ (23)

Die Entdeckung des Indiums wurde als so bedeutsam erachtet, daß das neue Metall auf der Weltausstellung 1867 in Paris gezeigt werden sollte. Deshalb mußte eine größere Menge hergestellt werden. Ausgangsprodukt bildeten 2,15 t Zink von der "Muldner Hütte". Das Zink wurde in einer unzureichenden Menge Schwefelsäure gelöst und der Rückstand auf Indium aufgearbeitet. Es verbindet sich damit eine Episode, über die der Chronist Carl SCHIFFNER wie folgt berichtete: Man hatte "einen 1/2 kg schweren Barren gegossen, den Richter, ein sehr vorsichtiger und etwas ängstlicher Herr, selbst nach dort brachte. Er stellte aber einen dem Indiumbarren äußerlich gleich aussehenden Bleibarren aus, während er den echten im Stiefelschaft bei sich trug und Fachgenossen heimlich zeigte. Auf der Rückreise verwahrte er ihn in einer Handtasche, und es passierte ihm, daß er diese mit dem kostbaren unersetzlichen Barren in Herbenthal" - der belgisch-deutschen Grenzstation - "bei der Zollrevision mitzunehmen vergaß. Nach großer ausgestandener Angst erhielt er aber die Handtasche mit ihrem Inhalt, von dem natürlich niemand eine Ahnung hatte, unversehrt wieder". (4; 9)

Durch zwei Mitteilungen über das Indium, (18; 19) in denen nur RICHTER benannt war, kam es zu einem Prioritätsstreit über die Entdeckung des Indiums. Zu diesem Streit, der wohl mehr in der Literatur als zwischen den beiden Wissenschaftlern direkt stattfand, nahm REICH wie folgt Stellung: "Die Entdeckung dieses bisher unbekanntes Metalls durch das Spectroskop gehört ausschließlich Herrn Prof. RICHTER, und wenn es nach den Notizen darüber scheinen kann, als mache ich gleichzeitig einen Anspruch darauf geltend, so ist das zu berichtigen. Ich habe nur durch die Bitte, einen erhaltenen Niederschlag durch das Spectroskop zu prüfen, zu der Entdeckung Veranlassung gegeben und dann mich mehrfach mit seiner Gewinnung und der Ermittlung seiner Eigenschaften beschäftigt". (8; 9)

Gegen diese Darstellung spricht, daß REICH, bekannt durch sein außerordentlich bescheidenes und mildes Wesen, jeden Streit vermeiden wollte und "sein Licht unter dem Scheffel zu stellen" bestrebt war. (9) *Dafür* spricht aber, daß er, bedingt durch seine Farbenblindheit, (3; 11) RICHTER die unmittelbaren Untersuchungen am Spektroskop überließ. Außerdem verwendete er in seinem eigenen Veröffentlichungsverzeichnis vom November 1866 {vgl. (2)} die Formulierung "Ueber Indium. *Mit dem Entdecker* dieses neuen Metalles, Prof. RICHTER zusammen".

Über diesen Sachverhalt hat SCHNEIDER (9) ein wohl abschließendes Urteil gesprochen: "Bedenkt man, daß F. REICH durch seine präparative Arbeit erst die Voraussetzung für eine im Sinne der Entdeckung erfolgreiche diagnostische Arbeit schuf und nach heutigen Wertauffassungen das Herausarbeiten eines Problems und seine Lösung untrennbar miteinander verknüpft sind, scheint gerechtfertigt, Priorität und wissenschaftlichen Ruhm beiden, F. REICH und Th. RICHTER, gemeinsam zuzuerkennen. Auf diese Gemeinsamkeit hatten sich beide offenbar auch bei ihren frühen Publikationen geeinigt".

SCHNEIDER (9) stellt weiterhin fest: "Die in der aus Anlaß ihres 200jährigen Bestehens herausgegebenen Festschrift der Bergakademie Freiberg (15) und die auch bei SCHIFFNER (4)" {und SCHÄFER (7)} "zu findende Darstellung, daß RICHTER seinem Chef und Kollegen REICH eine Lötrohrprobe übergeben und dieser bei der spektroskopischen Untersuchung das neue Element Indium gefunden habe, stimmt offenbar nicht".

Mit der Entdeckung des Indiums ist der *Physiker* Ferdinand REICH für alle Zeiten in die Annalen der Chemie eingegangen und - kurioserweise - nicht in die der Physik.

Zu erwähnen ist noch, daß ein Apotheker in Lössnitz (Erzgebirge) mit Indium handelte, und das nur drei Jahre nach der Entdeckung des Metalles. Er bot metallisches Indium für 16 Tl. pro Gramm und "Schwefelindium" für 11 Tl. pro Gramm an. (20)

Im Jahre 1893 gab Clemens WINKLER (21) eine großartige Übersicht über "*Freibergs chemischen Boden*". WINKLER verweist u.a. darauf, daß PLATTNER schon 1846 das Mineral "Pollux", ein Alumosilikat von der Insel Elba, untersucht hatte und einen Fehlbetrag von 7 % bei der Aufsummierung der Komponenten feststellte. Diese Abweichung sei von PLATTNER als "auffällig" bezeichnet worden. PLATTNER fand (22)

46,200 %	SiO ₂
16,394 %	Al ₂ O ₃
0,862 %	Fe ₂ O ₃
16,506 %	KO
10,470 %	NaO (mit Spur von Lithion)
2,321 %	HO
<hr/>	
92,807%	Summe

PLATTNER verweist ausdrücklich darauf, daß der bedeutende Fehlbetrag ihn veranlaßt habe, auch nach anderen Elementen ("Körpern") zu suchen, aber ohne Erfolg. Erst 18 Jahre später fand der französische Chemiker Félix PISANI (10; 22) in diesem Mineral das inzwischen entdeckte Cäsium. WINKLER stellte dazu fest (21):

Zieht man in Betracht, dass auch das Indium und das Germanium hierselbst aufgefunden worden ist, so sind es drei Elemente, zu deren Entdeckungsgeschichte Freiberg in nächster Beziehung steht.

Abstract

In the Mining Academy of Freiberg, the oldest university of its kind in the world, two chemical elements were discovered: in 1886 the element germanium by Clemens Win-

kler and in 1863 the element indium by Ferdinand Reich and Hieronymus Theodor Richter.

Ferdinand Reich was born in Bernburg on 19th February, 1799. After studies in Leipzig, Freiberg, Göttingen, and Paris, he was appointed the first professor of physics at Freiberg Mining Academy in 1827. This professorship he held until 1860. In addition, he took over the professorship of theoretical chemistry. From 1856 he was in charge of the laboratory of metallurgy. Reich died in Freiberg on 27th April, 1882 at the age of 83.

Among his well-known physical achievements are the drop tests in the "Dreibrüderschacht" near Freiberg and the experiments for the determination of the average earth density by means of a torsion balance.

His most important scientific accomplishment, however, was in the chemical field. Together with the chemist and professor of blowpipe analysis, Hieronymus Theodor Richter, he discovered a new chemical element - indium, in 1863. Actually, Reich and Richter meant to detect the chemical element thallium in products of Freiberg metallurgical plants by means of spectral analysis developed by Bunsen and Kirchhoff in 1859. Instead of the expected green spectral line, however, they found an indigo blue line that could not be assigned to any of the elements known then.

- 1 TÄSCHNER, C, "Ferdinand Reich, 1799 - 1884 - Ein Beitrag zur Freiburger Gelehrten- und Akademiegeschichte -", *Mitt. Freiburger Altertumsv.* (1916) 51, 23 - 61. In der Originalliteratur ist das Todesdatum falsch angegeben; es muß 1882 heißen.
- 2 BUCHHEIM W., *Ferdinand Reich*, Veröffentlichungen des WIZ der Bergakademie Freiberg, Nr. 75, 1977.
- 3 BUCHHEIM, W., "Ferdinand Reich - 1827 erster Inhaber des Lehrstuhles für Physik an der Bergakademie"; *Freiburger Forschungsh.* D 115 (1978) 9 - 32.
- 4 SCHIFFNER, C., *Aus dem Leben Alter Freiburger Bergstudenten*; Freiberg: Verlagsanstalt Ernst Mauckisch, 1935, S. 42 - 48.
- 5 PASEMANN, L., *Durchsetzung des metrischen Systems im sächsischen Bergbau*; unveröff. Studienarbeit an der Sektion Physik der Bergakademie Freiberg, Freiberg 1976.
- 6 WAGENBRETH, O., *Die Technische Universität Bergakademie Freiberg und ihre Geschichte*, Leipzig/Stuttgart 1994.
- 7 SCHÄFER, H.-G., "Chemische Lehre und Forschung in Freiberg", *Bergakademie* 7 (1955) 5, 250 - 263.
- 8 REICH, F., *Selbstbiographie*, Freiberg 1867.
- 9 SCHNEIDER, H. A., "Zur Entdeckung des Indiums", *125 Jahre Indium - Vorträge des Kolloquiums am 24. November 1988 aus Anlaß der 125. Wiederkehr der Entdeckung des Indiums durch die Freiburger Professoren F. REICH und Th. RICHTER*, Bergakademie Freiberg, Sektion Physik; Freiberg 1989.

- 10 WINKLER, H. C. A./LISSNER, A./LANGE, A./PROKOP, R., *Clemens Winkler - Gedenkschrift zur 50. Wiederkehr seines Todestages*, Freiburger Forschungsh. D 8 (1954) 13 f., 36, 44, 57 und 80.
- 11 ENGELS, S./NOWAK, A., *Auf der Spur der Elemente*; Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1971, S. 158 - 159.
- 12 REICH, F./RICHTER, Th., "Vorläufige Notiz über ein neues Metall", *J. prakt. Chem.* 89 (1863) 15, 441 - 442.
- 13 REICH, F./RICHTER, Th., "Ueber das Indium"; a: *J. prakt. Chem.* 90 (1863) 17, 172 - 176 und b: 92 (1864) 8, 480 - 485.
- 14 WINKLER, C., "Beiträge zur Kenntniss des Indiums"; a: *J. prakt. Chem.* 94 (1865) 1, 1 - 9 und b: 102 (1867) 5, 273 - 297.
- 15 *Bergakademie Freiberg - Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. November 1965*, Bd. 1, Leipzig 1965, S. 137.
- 16 SCHÖNHERR, S., "Frühe Probleme der Indiumchemie aus der Sicht neuer Ergebnisse", 125 Jahre Indium {vgl. (9), S. 44 - 52}.
- 17 ERHARD, Th., "Ueber einige electricische Eigenschaften des Indiums", *WIEDEMANNs Ann. Phys. Chem.*, N.F. 14 (1881) 11, 504 - 508.
- 18 RICHTER, Th., "Sur l' indium", *Comptes rendus* 64 (1867) 827 - 828.
- 19 *Polytechn. J.* 184 (1867) 456.
- 20 ...*J. prakt. Chem.* 98 (1866) 6, 384.
- 21 WINKLER, C., *Freibergs chemischer Boden*, Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Chemie, 25. Mai 1893 in Freiberg; *Z. angew. Chem.* 6 (1893) 13, 372 - 376.
- 22 PISANI, F., "Ueber das Vorkommen von Cäsium im Pollux von der Insel Elba", *J. prakt. Chem.* 92 (1864) 5, 270 - 272.
- 23 D'ANS, J.; LAX, E., *Taschenbuch für Chemiker und Physiker*, Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer-Verlag² 1949, S. 212.