



# Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Sitzung vom 16. Februar 1915.

---

Inhalt: Vorgänge an der Anstalt: Austritt des Dr. G. B. Trener aus der Reichsanstalt. — Vorträge: W. Petrascheck: Die nutzbaren Radiumvorräte der Erde.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

---

## Vorgänge an der Anstalt.

Der Adjunkt der k. k. geologischen Reichsanstalt, Dr. G. B. Trener, ist mit Ende Jänner aus dem Verbande der k. k. geologischen Reichsanstalt ausgetreten, um eine Stelle am geologischen Institut in Padua zu übernehmen.

## Vorträge.

**Dr. W. Petrascheck.** Die nutzbaren Radiumvorräte der Erde.

Mit dem Vorkommen des Radiums ist der Name Joachimstal eng verknüpft. Von hier stammten die ersten Quantitäten des kostbaren und wundervollen Körpers, die überhaupt erzeugt wurden und vielfach gilt Joachimstal als einzige, für die Gewinnung des Radiums ernsthaft in Betracht kommende Lagerstätte. In der Tat schien es eine Zeitlang so, als ob die österreichisch-ungarische Monarchie für das Radium ebenso ein Weltmonopol besitze, wie es für den Magnesit und den Ozokerit der Fall ist.

Die für die leidende Menschheit unschätzbaren Eigenschaften des Radiums und seine Kostbarkeit veranlaßten auf der ganzen Erde eifrige Nachforschungen. So mancher neue Fundpunkt wurde ausfindig gemacht. Etliche davon sind von unleugbarer wirtschaftlicher Bedeutung.

Um ein Bild von den, der Gewinnung zur Verfügung stehenden Radiummengen zu bekommen, ist es nötig, die Typen seiner Lagerstätten kennen zu lernen. Es zeigt sich rasch, daß nicht jeder Art seines Vorkommens wirtschaftliche Bedeutung zukommt, daß manche Typen vom Standpunkte der Bauwürdigkeit sofort vernachlässigt werden können, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß sie zu arm zu sein pflegen.

Praktisch genommen sind alle Radiumlagerstätten Uranlagerstätten, wenn es auch vereinzelte Minerale gibt, die nennenswerte Mengen von Radium enthalten, ohne mit Uran verknüpft zu sein. Hierher gehört vor allem der Reissacherit, der, wie aus den mustergültigen Unter-

suchungen von Bamberger und Mache<sup>1)</sup> über die Gasteiner Thermen hervorgeht, nichts anderes ist als ein Mangansediment, welches die aus dem Granit durch die Thermen ausgelaugten Radiumsalze adsorbiert hat. Hierher gehören auch verschiedene Pyromorphite, die nach Bamberger und Weißenberger<sup>2)</sup> in der Oxydationszone von Bleilagerstätten unter dem Einfluß von mit Radiumsalzen beladenen Wässern entstanden sind, ferner der Radiobaryt von Karlsbad u. a. m. Das sind Ausnahmen. Immer ist sonst Radium und Uran notwendigerweise und oft auch gesetzmäßig verknüpft. Nach der Hypothese Rutherfords über den Atomzerfall, der vom Uran über gewisse Zwischenkörper zum Radium und von diesem in letzter Linie möglicherweise bis zum Blei führen soll, müßte das auch so sein. Das Mengenverhältnis von Radium zu Uran in den Mineralien ist namentlich durch die Untersuchungen von Gleditsch, von Markwald und Heimann und von Markwald und Russel aufgeklärt worden. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß dieses Verhältnis in den primären Mineralien, wie der Pechblende, konstant ist. Verschiedene Pechblendesorten enthalten 1 Teil *Ra* auf 2.99 bis 3.01  $10^6$  Teile Uran. In den sekundären in der Oxydationszone vorkommenden Mineralien ist das Verhältnis niedriger und ungleich. Für einen Carnotit sind nach Gleditsch 4.27  $10^6$  und für einen Autunit 3.90  $10^6$  die entsprechenden Verhältniszahlen.

Da der Monazit, der Samarskit, der Tantalit und andere in der Industrie der Glühstoffe verwendete Mineralien wechselnde, bis zu 14% steigende Urangehalte aufweisen, können die Nebenprodukte dieser Industrie für die Radiumgewinnung eine gewisse Rolle spielen. Von wirklicher Bedeutung sind aber nur die eigentlichen Uranminerale. Ihre Lagerstätten sind die Radiumlagerstätten. Sie gehören recht verschiedenen Typen an.

Fast alle Uranlagerstätten sind an die unmittelbare Nachbarschaft von Granit gebunden. Der Granit ist der Radiumbringer. Die reicheren Lagerstätten finden sich aber gewöhnlich in seiner Hülle, in unmittelbarer Nähe des Eruptivgesteines. Dies kann man im Erzgebirge, in Cornwall, in Colorado, Australien, Portugal etc. beobachten und wenn kein Granit in der Nähe sichtbar ist, so ist man in manchen Fällen doch versucht, einen solchen in nicht allzu großer Tiefe voranzusetzen.

Joachimstal ist durch viele Arbeiten gut bekannt. Das Auftreten der Uranerze ist speziell von Step und Becke<sup>3)</sup> behandelt worden. Nur wenige Worte mögen zur Charakterisierung dienen. Erzführend sind in Joachimstal NS- und OW-Gänge, Mitternachts- und Morgengänge genannt. Die Angabe der Literatur, daß Uranpecherz lediglich in den ersteren auftritt, ist dahin zu berichtigen, daß das Erz in den Morgengängen sehr viel seltener als in den Mitternachtsgängen anzutreffen ist. Die Gänge setzen in dem sogenannten Joachimstaler Schiefer, einem schwach metamorphosierten Sediment oder

<sup>1)</sup> Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-natw. Kl. Bd. CXXIII (1914).

<sup>2)</sup> Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. CXXIII (1914), pag. 2085.

<sup>3)</sup> Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-natw. Kl. Bd. 113, pag. 585.

in einem, oft kiesreichen Zweiglimmerschiefer und in unmittelbarer Nähe der auch durch ihre Zinnerze bekannten Eibenstocker Granitmasse auf. Wie alle Uranvorkommnisse, so ist auch dieses außerordentlich absätzig, was die Beurteilung der vorhandenen oder möglichen Erzmengen sehr erschwert. Manchmal scheint es, als ob Gangkreuze bevorzugt werden. Ein gutes Anzeichen für die Nähe von Uranerz ist das Einbrechen des roten Dolomits. Auf einigen Stufen, die aus alter Zeit im Museum der k. k. geolog. Reichsanstalt liegen, ist dieser Dolomit ausdrücklich als vanadiumhaltig bezeichnet. In der Literatur vermochte ich jedoch keinen Hinweis auf eine solche Feststellung zu finden und eine qualitative Probe, die Herr Dr. Hackl vorzunehmen die Güte hatte, blieb auch ohne Erfolg. Die rote Farbe ist durch Eisenglanz verursacht, der manchmal in gestrickter Form derart dem grobapatigen Dolomit eingewachsen ist, wie es für eutektische Kristallisationen charakteristisch ist.

Alle Uranpecherze haben eine sehr komplexe Zusammensetzung. Neben etwa 60—80%  $U_3 O_8$  wird darin vielleicht noch ein Drittel aller bekannten chemischen Elemente ausgewiesen. Sehr sorgfältige neue Uranpecherz-Analysen hat Hillebrand <sup>1)</sup> veröffentlicht. Vergleicht man sie untereinander, so ist man versucht, drei Typen zu unterscheiden: erstens solche, welche seltene Erden wie *Ce*, *La*, *Di*, *Y*, *Er*, ferner *Zr* und *Th* sowie eine nennenswerte Menge Blei enthalten. Hierher gehören die in Pegmatiten eingewachsenen Kristalle, wie sie bei Arendal, Mitchell etc. vorkommen. Ein zweiter Typus hat ebenfalls die Edelerden, neben ihnen aber nur sehr wenig (0.7%) *Pb* (Central City) und endlich ein dritter Typus, dem die Edelerden fehlen, der aber viel Blei aufzuweisen hat. Hierher gehört Johanngeorgenstadt. Ob nun Joachimstal einem dieser Typen sich anschließt, vermag ich nicht zu sagen, denn es mangelt in der Literatur an verlässlichen Analysen. Die älteren Analytiker, wie Klapprot und Janda etc. scheinen auf die seltenen Bestandteile nicht geprüft zu haben. Nur eine neue und scheinbar auf Genauigkeit Anspruch machende Analyse liegt in dem Buche von Brearley <sup>2)</sup> vor. Ihr zufolge würden dem Joachimstaler Erze die Edelerden fehlen und auch Blei in nur recht geringer Menge vorhanden sein. Die Analyse weist aber reichlich Kieselsäure und überdies Kalk und Kohlensäure auf und ist sicher nicht an reinem Material verfertigt. Hervorheben will ich, daß Brearley Vanadium in meßbaren Spuren festgestellt hat, weil wir später Vanadium noch oft zusammen mit Uran antreffen werden. Der Vanadiumgehalt der Joachimstaler Erze wurde mir auch durch eine Mitteilung des Herrn Bergrates Step bestätigt, der zufolge in früherer Zeit einmal in der Joachimstaler Hütte Vanadiumsalze erzeugt worden sind. Ein hoher Kieselsäuregehalt tritt auch in der Analyse Janda hervor, während Klapprot wieder viel Eisen gefunden hat. Sicher sind die verschiedenen Resultate durch Verunreinigungen bedingt, denn wenn man das tiefschwarze, pechglänzende Erz mikroskopisch untersucht, so bemerkt man leicht, daß es sehr feine Einschlüsse

<sup>1)</sup> U. S. geol. surv. Bull. No. 220, pag. 111.

<sup>2)</sup> Analytical chemistry of uranium. London 1903.

oder Durchwachsungen mit anderen Mineralien, insbesondere auch mit Quarz aufweist und daß es überdies auch mit anderen Erzen verwachsen oder von diesen durchhäutert sein kann. Sehr bemerkenswerte Strukturformen lassen sich besonders an den matten, grauen, aber auch an den typischen schwarzen Uranpfecherzen feststellen, auf die ich jedoch hier nicht weiter eingehen will. Ich will nur die Schwierigkeit betonen, analysenreines Material zu beschaffen und das macht Diskussionen verständlich, die sich in der Literatur bei den früher genannten Autoren über das Verhältnis  $Ra/U$  in den Erzen vorfinden, ebenso wie es zur Vorsicht bei Altersbestimmungen des Erzes aus dem Verhältnis  $Pb/U$  mahnt.

Die Joachimstaler Gänge wurden ursprünglich auf Silber, dann auf Kobalt und Nickel und schließlich auf Uran gebaut. Step und Becke haben zuerst betont, daß hier primäre Teufenunterschiede vorliegen und daß die genannten Metallzonen in der angegebenen Reihe untereinander folgen und sich dabei gegenseitig ausschließen. Infolgedessen sind Stufen und Ortsbilder, an denen man die Altersfolge dieser Erze studieren kann, so gut wie gar nicht vorhanden. Step und Becke studierten die Paragenese der Joachimstaler Erze und erkannten stets die Altersfolge Quarz-Uranerz-Dolomit. Sie erwähnen ferner, daß sich die Silbererze als jünger im Vergleich zum Uranerz erweisen und daß Uranerz über speisigen Erzen vorkommt. Die von den Autoren angegebenen Silbererze sind jedoch solche, die in der Regel als Zementationserze auftreten. Sie beweisen also nichts für die Altersbeziehungen der primären Uran- und Silbererze. Andererseits konnte ich im Dünnschliff nierenförmiges Uranpfecherz von Speiskobalt umwachsen und mit diesem schichtweis wechselnd beobachten. Meiner Auffassung nach sind die primären Uran-, Nickel-Kobalt und Silbererze ungefähr gleichalterig. Auf jeden Fall gehören sie einer einheitlichen Periode der Erzbildung an.

In den ärarischen Gruben setzen die Uranerze ungefähr im Niveau des Barbara-Stollens, d. i. in einer Seehöhe von 633 *m* ein. In einer Seehöhe von 320 *m* sind Uranerze sicher noch vorhanden. Bis zu dieser Tiefe darf man also mit dem Anhalten des Uranerzes rechnen. Nur wenige Gänge sind bisher in dieser Tiefe erschlossen, insbesondere die Baue der Edelleutstollengewerkschaft bewegen sich noch beträchtlich über jenem Niveau.

Die Morgengänge können bei der Schätzung des Uragehaltes vernachlässigt werden. Von den 29 Mitternachtsgängen haben 22 Uran geliefert, wenn auch in wechselndem Maße. Die günstige Erzführung hat eine streichende Ausdehnung von 600—700 *m*.

Die Absatzigkeit der Erzführung habe ich schon erwähnt. Auch die Mächtigkeit schwankt außerordentlich. Die dünnsten Spuren müssen schon verfolgt werden und messerrückendicke Streifen werden bereits gebaut. Die größte Mächtigkeit, die ich bisher beobachten konnte, betrug 30 *cm*. Die Berechnung des bis zu der angegebenen Tiefe noch zu gewärtigenden Erzquantums ist demnach von beträchtlichen Fehlerquellen behaftet. Immerhin glaube ich, auf Grund mir vorliegender Berichte und eigener Wahrnehmungen, daß die Joachimstaler Gruben noch etwa 130 *g* Radiummetall liefern können. Die weitere Entwicklungs-

möglichkeit hängt davon ab, wie tief das Erz unter der bisher als noch uranföhrnd erkannten Teufe von 320 *m* weiter anhält. Bei der Rechnung wurden 20% Aufbereitungsverluste und ein Ausbringen von 1·19 *g Ra* oder 2·04 *g Ra Br<sub>2</sub>* pro 10 *t* 50prozentigen Erzes zugrunde gelegt. Dieses Ausbringen entspricht einer Ausbeute von 85% des theoretischen Gehaltes der hüttengerechten Erze. Gelänge es, ein Verfahren mit höherem Ausbringen einzuföhren, so müßten die Zahlen entsprechende Erhöhung finden.

Im ganzen haben, zufolge einer, vom k. k. Arbeitsministerium mir in entgegenkommendster Weise zur Verfügung gestellten Ermittlung, die Joachimstaler Gruben von 1854—1914 rund 496·5 *t* hüttengerechte Erze mit einem durchschnittlichen Gehalt von 50% *U<sub>3</sub> O<sub>8</sub>* geliefert. Produziert wurden von 1909—1913 Radiumpräparate mit zirka 7·8 *g* Radium.

In Joachimstal bauen zwei Gruben, die alte fiskalische Grube und der jetzt ebenfalls dem Fiskus gehörende Edelleutstollen. Uranerze sind aber auch außerhalb dieses Grubenbesitzes noch an manchen anderen Punkten aufgeschlossen worden und werden die Schürfungen hierauf seit einiger Zeit intensiv betrieben. So steht Uranpecherz in der Glück mit Freuden-Zeche an, auch im Kaisertum-Stollen bei Joachimstal ist solches angefahren worden. Uranocker ist in der Antoni-Zeche gefunden worden. Erfahrungsgemäß ist das Auftreten von Uranocker ein gutes Anzeichen in der Oxydationszone, während auf Kupfer- und Kalkuranit weniger zu geben ist.

In der nördlichen Fortsetzung der Kontaktzone von Joachimstal liegen auf sächsischem Boden die Uranpecherz-Fundorte Breitenbrunn (Christoph-Hoffnung Fundgrube) und Johannegeorgenstadt (Grube Vereinigt Feld im Fastenberge). An letzterem Orte fand in letzter Zeit aus zurückgelassenen Pfeilern noch eine bescheidene Produktion von 0·6 bis 0·7 *t* pro Jahr statt. Im ganzen sind den Angaben Schiffners<sup>1)</sup> zufolge seit 1840 etwas über 20 *t* Uranpecherz aus diesem Distrikt gewonnen worden. Es ist nichts über den Halt der Erze angegeben, nach den mitgeteilten Werten, beziehungsweise Erlösen zu schließen dürften es jedoch zum größeren Teil hüttenfähige Scheiderze gewesen sein. Viel von diesen Erzen ist in die Hände von Mineraliensammlern gelangt und so kommt es, daß Johannegeorgenstadt als Fundort von Pechblende bekannter ist, als es seinem Inhalte nach verdienen würde. Die Zahl und Ausdehnung der Urangänge ist eine so geringe, daß hier von weiterer Betrachtung vorläufig abgesehen werden kann.

Daß auch in Freiberg, ebenso wie in Pribram gelegentlich Uranpecherz gefunden wurde, das habituell und in seinen Begleitmineralien weitgehende Übereinstimmung mit Joachimstal zeigt, braucht nur des mineralogischen Interesses wegen erwähnt werden, da es sich um ganz vereinzelte Funde an Gangkreuzen handelt. Die ganz sporadischen Funde an beiden Orten mit so sehr ausgedehnten Grubenbauen beweisen nur, daß Uranin auf Blei-Silber-Gängen als wirklich seltener Bestandteil einbrechen kann.

<sup>1)</sup> Uranmineralien in Sachsen.

Nachrichten, daß in der Nähe von Teplitz in neuester Zeit Uranerz gefunden worden sei, haben sich nicht bestätigt. Dahingegen liegen auf der böhmischen Fortsetzung der Eibenstocker Granitmasse, im Bereiche des Karlsbader und des Marienbader Granits noch zwei beachtenswerte Uranvorkommnisse. Beide setzen in der Nachbarschaft des Granits im Bereiche des Gneises auf. Schönficht hat bisher hauptsächlich Uranglimmer geliefert, es kommt jedoch auch Uranocker vor. Sicher ist die Lagerstätte, die meines Wissens gegenwärtig nicht gebaut wird, weiterer Untersuchung würdig. Uranpecherz ist vor zirka 60 Jahren auf der Maria Schönfeld-Zeche bei Petschau gefunden worden. Die Stücke liegen in der Sammlung der k. k. geol. Reichsanstalt. Die Grube baut Zinn und Wolframerz. Die Uranfundpunkte lagen vielleicht auf anderen als den Zingängen. Sie sind seit jener alten Zeit nicht mehr aufgeschlossen worden, wären aber sicher näherer Untersuchung wert.

Die enge räumliche Verknüpfung von Zinn und Uranerz in Schönfeld führt uns hinüber zu den Uranlagerstätten von Cornwall<sup>1)</sup>. In den devonischen Schiefen setzen dort mehrere Granitlakkolithen auf, bekannt durch die mit ihnen in engstem Zusammenhang stehenden Zingänge. Etwas jünger als diese sind Gänge mit Blei und Silber sowie Nickel und Kobalt und wiederum etwas jünger sind Koteisensteingänge. Wir haben also größte Übereinstimmung mit der Gangfolge des sächsisch-böhmischen Erzgebirges. Zinnführend sind die Gänge nur im Granit und seiner allernächsten Umgebung. Oft kann man bemerken, daß an Stelle des Zinnsteins Kupferkies auftritt so wie der Gang aus dem Granit in die Schieferhülle übertritt. In diesen Kupferkiesen der Schieferhülle und in den Kobalt-Nickelgängen der Schieferhülle bricht nun das Uranerz ein. Es sind zwei getrennte Vorkommnisse vorhanden, deren jedes nur etwa 2 bis 4 Gänge aufzuweisen hat. Zusammen mit Kupferkies tritt Uranpecherz auf der Wheal Trenwith Mine in St. Ives und auf der Providence Mine in Ny Lelant nächst St. Jves auf. Beide Minen liegen an der Nordseite der Granitmasse, die im äußersten Westen von Cornwall bei Kap Landsend aufsetzt. Spuren von Uranerz wurden auch in der Wheal Edward und der Wheal Owel Mine in St. Just am Westrande derselben Granitmasse gefunden, in Gruben, die überwiegend Zinn geliefert haben. Der Kies der Wheal Trenwith Mine war seinerzeit derart mit Uranin durchwachsen, daß das Erz unverkäuflich war und die Grube aufgelassen werden mußte. Die Uranfunde wurden in etwa 40 bis 80 m Tiefe gemacht, die Aufschlüsse der betreffenden Gruben reichen aber mitunter bis über 200 m Tiefe hinab und liegen in der Wheal Trenwith Mine bereits unterhalb des Meeresbodens. Die Bergbaue wurden zwischen 1850 und 1860 eingestellt und erst 1910 wieder in Betrieb gesetzt. Im ganzen sind früher nicht viel über 3 tons Uranpecherz gefördert worden. Im Jahre 1910 sollen Erze mit 5—6 t  $U_3 O_8$  gewonnen worden sein, was wohl möglich ist,

<sup>1)</sup> Reid, Fleet u. Mc. Alister, Mem. geol. surv. England and Wales, expl. sh. 351 u. 358. — Ussher, Barrow, Mc. Alister, daselbst expl. sh. 347. — Mc. Alister, Economic geol. vol. 3, p. 363.

da zurückgelassene Pfeiler zur Verfügung standen. In letzter Zeit dürfte die Produktion kleiner gewesen sein. Die Reserven der Grube werden als mäßig veranschlagt. Die Konzentrate werden in Limehouse bei London von der British Radium Korporation, die auch Besitzerin der Minen ist, verarbeitet.

Größer war die Urangewinnung auf den an der Südseite der Granitmasse von St. Austell aufsetzenden Gängen. Sie gehören den Nord-Süd streichenden und die Zinngänge in rechtem Winkel schneidenden Nickel-Kobaltgängen an. Alle Minen liegen in der Gemeinde St. Stephan in Barrel bei St. Austell. Die wichtigste Grube ist die South Terras Mine im Fal Tale. Anscheinend auf demselben Gange baut die Egloshellan Mine, die nur wenig beschürft ist und vorwiegend Kupferuranit geliefert hat. Nickelreich ist die ebenfalls Uranpecherz führende St. Austell Consols Mine. Neben Zinnerz kommt etwas Pechblende auf der Stennagwyn Mine vor. Das ist bemerkenswert. Die Ost-West streichenden, eigentlichen Zinnerzgängen haben nie *Ni* oder *U* geliefert. Die Pechblende kommt zusammen mit Speiskobalt und Kupfernickel, daneben auch mit Kupfer und Arsenkies sowie etwas Bleiglanz vor. Mit Vorliebe tritt sie hier wie immer an den Salbändern der Gänge auf. Quarz und grüner Granat sind Gangart. Wenn die Gänge auch 3—4 Fuß erreichen, so nimmt das Uranpecherz doch nur höchstens einige Zoll ein und diese sind absätzig, wie die Produktion beweist.

Seit 1856 wurden mit wiederholten Unterbrechungen 576 tons produziert. Wenn nun aber angegeben wird, daß die South Terras Mine ein „green ore“ mit 6.2%  $U_3 O_8$  und ein „dark ore“ mit 36%  $U_3 O_8$  produziert, so müssen die produzierten Mengen zum mindesten überwiegend „green ore“ gewesen sein, wie aus den Angaben über den Wert der Produktion geschlossen werden kann oder aber das „dark ore“ war wesentlich ärmer. Unter Berücksichtigung der Wertangaben schätze ich, daß die Gesamtproduktion Cornwalls an hüttengerechtem Uranerz bisher höchstens ein Sechstel jener von Joachimstal betragen haben kann.

In den letzten Jahren wurden diese Minen z. T. unter dem Namen Crowhill Mine und Uranium Mine in ganz bescheidenem Maße betrieben. Es sollen zwar 1910 im St. Austell-Distrikt 76 t Uranerz gewonnen worden sein. Dieselben bestanden jedoch aus ganz armem Uranglimmer.

In ganz den dürften im Distrikt von St. Austell etwa vier uranföhrnde Gänge in Betracht kommen, von denen nur einer die maximale streichende Erstreckung von 800 m aufweist. Die Aufschlüsse wurden bis zu einer Teufe von etwa 50 Faden, was einer Seehöhe von etwa 100 m entspricht, gemacht und keine der dortigen Nickelgruben ist zu größerer Tiefe hinabgegangen.

Ohne die Minen selbst gesehen zu haben, ist es kaum möglich, Bestimmteres über deren Uraninhalt zu sagen. Die meisten der genannten Bergbaue sind überdies außer Betrieb und sind wahrscheinlich für den Radiummarkt ohne Bedeutung. Wenn ich mir auf Grund der Literatur und mir zur Verfügung stehenden Berichte ein zutreffendes Bild mache und dabei die Uranführung gegen die Tiefe

zu vorläufig nicht weiter als noch einmal so weit, wie bisher festgestellt, annehme, so komme ich zur Vermutung, daß die 6 Gänge, die Cornwall alles in allem aufzuweisen hat, etwa den fünften Teil der für Joachimstal berechneten Radiummenge, also zirka 25 g liefern könnten. Dabei sind die Aufbereitungs- und Hüttenverluste nach den Erfahrungen von Joachimstal gerechnet. Nach dem, was ich eingangs über den Radiumgehalt der Pechblenden verschiedener Provenienz hervorhob, ist das auch berechtigt. Ich muß dies ausdrücklich betonen, weil es noch vor einigen Jahren hieß, daß die Cornwall-Pechblende zur Radiumdarstellung weniger geeignet sein soll.

Wenn wir das soeben von Cornwall entworfene Bild mit jenem aus dem Erzgebirge kombinieren, so kommen wir zu wichtigen Feststellungen bezüglich des Auftretens der Pechblende. Sie findet sich in der Umrandung von zinnführenden Graniten, und zwar dort, wo die pneumatolytischen Beeinflussungen ausklingen, beziehungsweise in die hydrothermalen übergehen, also in der hydratopneumatolytischen Zone. Wir finden sie in geringer Menge noch zusammen mit den letzten Vorkommen von Zinnstein und Turmalin und noch zusammen mit Flußspat. Sie nimmt an Menge zu dort, wo wir den heißesten Teil der Gangbildungen verlassen. Von innen nach außen im Kontakthofe fortschreitend finden wir also mit abnehmender Temperatur und abnehmendem Druck folgende Mineralsukzession: 1. Zinnstein, 2. Kupfermit etwas Eisenkies, 3. Uranpecherz, 4. Nickel und Kobalt, 5. Blei-Silbererze, 6. oxydische Eisen und Manganerze. Aus dieser ursprünglich nur räumlichen Reihenfolge kann infolge sukzessiver Abkühlung auch eine zeitliche Reihenfolge werden. Diese primären Teufenstufen sich zu vergegenwärtigen, wird bei der Beurteilung der amerikanischen Pechblendevorkommnisse von Wichtigkeit sein.

Ebenfalls in einem Zinndistrikt liegen die portugiesischen Uranlagerstätten<sup>1)</sup>, über die Segand und Humery in neuerer Zeit berichtet haben. Obwohl es sich um arme Erze, sogenannte Uranglimmer handelt, hat sich der Bergbau, der namentlich von der Société l'Uran betrieben wird, rasch entwickelt und beschäftigt derzeit bei der genannten Gesellschaft allein 600 Arbeiter. Die Lagerstätten liegen in der Meseta an der Peripherie jenes riesigen Granitareals, das sich von der NW-Ecke Portugals gegen SSO erstreckt. Es sind eine große Zahl von Fundpunkten (vielleicht 150) vorhanden, die an der Ostseite der Sierra d'Estradelle in einem stark zerschnittenen Hochplateau liegen. Die besten Fundstellen liegen zwischen Sabugal und Guarda. Das Gebiet erstreckt sich bis Villa Formosa, der Grenzstation gegen Spanien, und reicht auch auf spanischen Boden hinüber. Der größte Bergbau ist die Rosmaneira Mine, die etwa 4 km abseits der Bahn liegt. Der Granit führt dort auch Zinnstein- und Wolframgänge. Die Urangänge sind eigentlich Pegmatitgänge und reichen aus dem Granit in den angrenzenden kambrischen Schiefer hinein. Ihre Mächtigkeit ist sehr wechselnd, häufig beträgt sie 0.5—1 m, in einer Ausnahme steigt sie auf 8 m. Auf den 4 km von der Bahnstation Belmonte

<sup>1)</sup> Segand und Humery, *Annales des mines*, Ser. XI, t. 3 (1913), p. 111. Dörpninghaus, *Metall u. Erz*, XI (1914), p. 297.

entfernten Carvalhal- und Valverdinho-Minen schwankt die Mächtigkeit zwischen 40 und 250 *cm*, auf anderen zwischen 20 und 100 *cm*. Die Gänge treten in Gruppen auf und bilden zwei parallele Systeme. Ein Gang ist nach Segand 15 *km* weit zu verfolgen, gewöhnlich aber sind sie weit kürzer. Uranführung selbst soll auf 800 *m* Entfernung in einem Gange konstatiert worden sein.

Als Uranminerale treten Autunnit und Chalkolith, vielleicht auch Uranocircit auf. Sie finden sich aber nur in den oft kaolinisch zersetzten Salbändern. So kommt es, daß der Halt außerordentlich wechselnd ist: 0 bis 4 oder 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Ein Gehalt von 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> gilt schon als sehr gut, 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> als gut und die Bauwürdigkeitsgrenze liegt bei 0·3 bis 0·5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und von solchen Gehalten scheint die Hauptmasse des Erzes zu sein. Die Aufschlüsse sind wenig tief und bewegen sich noch über dem Grundwasserspiegel. Die Keilhaue genügt in dem weichen Erz für die Gewinnungsarbeit. Die Produktion ist infolgedessen noch recht billig. Von den oben genannten Minen wird beispielsweise nur von 2—6 *m* tiefen Sonden und Röschen berichtet.

Zum guten Teil geht die portugiesische Erzproduktion nach Gif bei Paris, beziehungsweise Nogent zur Marne. Es wurden laut amtlicher Statistik ausgeführt an Uranerzen und Halbfabrikaten der Radiumproduktion:

1910 im Werte von	2.000 Frank
1911 „	151.500 Frank
1912 „	33.500 Frank.

Das Gestein wird ohne weitere Aufbereitung vermahlen, mit Salzsäure gelaugt, worauf *U*, *Ra*, *Fe*, *Cu* etc. durch Kalk gefällt werden. Die weitere Behandlung erfolgt nach einem der bekannten Verfahren. Da jedoch viele Erze den Transport nach Frankreich nicht lohnen, ist die Gesellschaft l'Uran dazu übergegangen, in Portugal in Barracao eine Fabrik zu errichten, welche aus 600 *t* Erz monatlich 0·5 *g Ra* herstellen soll, woraus ich schließen möchte, daß der Gehalt dieser Erze sich auf höchstens 0·5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> beläuft. Es scheint mir jedoch sehr unwahrscheinlich zu sein, daß die angegebene Monatsproduktion bisher (d. i. seit Ende 1912) tatsächlich eingehalten worden ist. Auch in Guarda soll von einer englischen Gruppe eine Fabrik errichtet worden sein. Von Bergbauen gibt es noch eine ganze Anzahl in verschiedenem Besitz.

Für die Beurteilung des Radiumgehaltes der Lagerstätten ist die Bemerkung von Soddy und Pirret<sup>1)</sup> wichtig, daß der portugiesische Autunnit nur etwa die Hälfte des Radiumgehaltes des französischen aufweist und auf jeden Fall ein sehr viel ungünstigeres Verhältnis von *Ra* zu *U* aufweist wie die Pechblende. Auch nach Markwald und Russel<sup>2)</sup> ist der Radiumgehalt des Autunnits von Guarda nur auf die Hälfte bis ein Drittel jenes von der Pechblende zu bewerten und überdies wechselnd.

Immerhin ist der Inhalt der anscheinend ziemlich ausgedehnten Gänge nicht unbedeutend. Wenn ich mir auf Grund der mir bisher zu-

<sup>1)</sup> Phil. Mag. 20, p. 345.

<sup>2)</sup> Jahrb. f. Radioaktivität. VIII, p. 457.

gekommenen Berichte ein zutreffendes Bild mache, möchte ich glauben, daß man vorläufig mit gegen 30 g Radium rechnen kann.

Die Lagerstätten von Portugal geben den Beweis, daß bei den gegenwärtigen Preisen auch arme Erze, wenn sie leicht aufschmelzbar sind, mit Vorteil extrahiert werden können.

In Spanien sind nach Ahlburg<sup>1)</sup> auch auf Kupferkiesgängen, die im Guadarrama-Gebirge von einer englischen Gesellschaft gebaut werden, vor einigen Jahren Uranerze gefunden worden. Man hat aber seitdem in der Öffentlichkeit nichts mehr von diesem Vorkommen zu hören bekommen.

Gewisse Ähnlichkeit mit den portugiesischen Vorkommen hat ein noch unbekannt gebliebenes Uranvorkommen des Balkans. Hier ist es der seltene Uranocircit, der am Südrande der Srdnia gora, im Bereiche des in der dortigen Thermalzone stark kaolinisierten Granits gangförmig auftritt. Handscheideerz weist zirka 52%  $UO_3$  auf. Übrigens sind aus der Balkanhalbinsel Uranminerale schon aus dem Granit der weiteren Umgebung von Adrianopel bekannt gewesen.

Das Vorkommen von Uran in Pegmatit ist im allgemeinen nichts Seltenes. Hauptsächlich ist es Uranin, das oft zu schönen Gummitoder Rutherfordin-Pseudomorphosen (ich erinnere namentlich an die Stücke von Mitchell U. S. A.) zersetzt ist. Bekannt sind außer Mitchell derartige Vorkommnisse aus den Black Hills Dakota, aus Norwegen etc. Sie alle haben nur für Mineraliensammler Interesse. Gelegentlich werden solche Pegmatite des Glimmers wegen abgebaut, dann hat man wohl auch hie und da versucht, kleine Quantitäten der dem Glimmer eingesprengten Pechblendekristalle zu sammeln. Markwald<sup>2)</sup> berichtet über ein derartiges Vorkommen aus dem Uruguru-Gebirge im Bezirke Morogoro am Westhange des Luckwengule in Deutsch-Ostafrika. Die sehr reinen Pechblendekristalle kommen in allen Größen bis zu einer Mannslast vor. Von einer regelmäßigen Produktion kann hier nicht die Rede sein. Nach Krusch<sup>3)</sup> sollen bisher zirka 400 kg verschickt worden sein.

Ganz analoge Vorkommen sind in Kanada, woselbst auf die Auffindung von Radiumlagerstätten ein Preis ausgesetzt ist, bekannt geworden. Es sind die Glimmerminen von Villeneuve sowie die Glimmerminen zirka 18 Miles nördlich Murray bay in County of Saguenay<sup>4)</sup>.

Zu derselben Kategorie gehört auch ein Pechblendefund, von dem vor wenigen Wochen aus Indien berichtet worden ist. Er liegt im Gaya-Distrikt in der Provinz Orissa, also an der SO-Küste von Dekkan bei Abraki Pahar. Man kann mit Sicherheit schließen, daß auch dieser neue Fund ohne weitere Bedeutung ist.

Einen dritten Typus von Pechblendevorkommen stellen die Gänge im Gilpin County in Colorado dar. Die Gänge setzen am Quarzhill bei Central City, dem Hauptorte des kleinen Gilpin County westlich Denver im Gebiete der Front Range auf. Die Gruben liegen inmitten des ältesten Golddistriktes von Colorado. Er hat seit 1859

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. prakt. Geol. 1907, p. 203.

<sup>2)</sup> Zentralb. f. Min., Geol. u. Pal. 1906, p. 761.

<sup>3)</sup> In Dammer u. Tietze, Nutzbare Mineralien, p. 483.

<sup>4)</sup> Johnston, Mining science. Juni 1914.

mehr als eine Milliarde Kronen an Gold gebracht und liefert auch heute noch 8·5 Millionen Kronen Gold und Silber pro Jahr. Er weist also eine zwar mäßige, aber stetige Produktion auf und steht dadurch in Gegensatz zu den meisten anderen Golddistrikten der Vereinigten Staaten, die, wie alle an Andesit gebundenen Goldgänge, nach der Tiefe zu verarmen. Das Gebiet besteht aus Schiefergneisen (Sedimentgneisen), in denen bei Central City, unweit der Urangruben, eine kleine Granitmasse zutage kommt. Benachbart sind größere Quarzmonzonit und Granitmassen. Die Gneise sind zum guten Teil Adergneise, das heißt gänzlich von granitischen und pegmatitischen Gängen durchsetzt. Unter den zugleich sehr zahlreichen Pegmatitgängen fallen, vielfach verbreitet, besonders solche auf, die in großer Zahl etwa haselnußgroße Magnetitkristalle eingesprengt enthalten. Als jüngste Intrusion, jünger als die Golderzgänge, treten im Gebiete der Urangänge porphyrische Bostonitgänge auf. Die geologischen Verhältnisse stimmen ganz mit dem benachbarten Clear Creek- und George Town-Distrikt überein, von dem Spurr und Garry<sup>1)</sup> eine vortreffliche Monographie und geologische Karte geliefert haben. Spurr unterscheidet zweierlei Erzgänge: Silberhaltige Bleiglanze, die mehr peripherisch auftreten und goldhaltige Pyrite, die im Zentrum des Distrikts herrschen. Letztere sind nach Spurr jünger als die Silbergänge.

Zusammen mit dem goldhaltigen Pyrit bricht nun die Pechblende ein. Es ist aber, was auch Forbes Rickard<sup>2)</sup> nicht entgangen ist, auf allen Gruben zu bemerken, daß die Pechblende eine ältere Gangauffüllung darstellt, daß die Gänge dann später nochmals aufrissen und nun erst die goldhaltigen Pyrite zum Absatz kamen. Dahingegen zeigt sich bei genauerer Untersuchung, namentlich auch im Dünnschliff, daß die Pechblende in engster Verwachsung mit dem Bleiglanz stehen kann. Wo dieser vorhanden ist, ist er an den Salbändern angereichert und gegen die Pechblende zu unregelmäßig und wolkig bis schlierig begrenzt. Beweise für eine magmatische Entstehung der Pechblende, wie sie Rickard annimmt, konnte ich nicht finden. Was im Dünnschliff allenfalls in diesem Sinne gedeutet werden könnte, halte ich für Gangmetasomatose. Da die Goldgänge eine jüngere Gangbildung sind, die nur räumlich mit den Pechblendegängen in einzelnen Fällen zusammenfallen und da die Pechblende in enger Verwachsung mit Bleiglanz auftritt, die silberhaltigen Bleiglanz- und Zinkblendegänge des angrenzenden Georgetown-Distrikts nach Spurr aber eine ältere, den Golderzen vorangehende Gangformation darstellen, so haben wir alle Ursache, die Pechblende von Gilpin County dieser älteren Gangformation zuzuzählen. Damit aber ist eine nähere Verwandtschaft, als es auf den ersten Blick scheinen möchte, mit den erzgebirgischen Urangängen hergestellt. Allerdings fehlt es dem Distrikt völlig an Nickel und Kobalt und auch die Gangart der Urangänge ist Hornstein und Quarz, nie aber Karbonate, wengleich Kalzit auf den Bleisilbergängen ebenfalls einbricht.

---

<sup>1)</sup> Prof. Pap. Nr. 63.

<sup>2)</sup> Mining and scientific Press 1913, p. 851.

Ich vermag nicht die Anschauung Bastins<sup>1)</sup> zu teilen, der die Pechblende für gleichaltrig mit dem Pyrit und Chalcopyrit, dagegen die Blei-Silber-Formation für jünger hält. Von den Bildern, die Bastin gibt, scheint nur eines dafür zu sprechen, daß die Kiese älter oder gleich alt wie die Pechblende sind. Die anderen zeigen das gegen- teilige Altersverhältnis, das ich sowohl in den Gruben, wie an den mitgebrachten Stufen immer bestätigt fand.

Die Pechblende wird bisher hauptsächlich auf drei OW-Gängen gefunden. Sie gehören zur Wood- und Calhoun-Mine, zur Kirk-Mine und zur German and Belcher-Mine. Mit Ausnahme der Kirk-Mine sind sie gegenwärtig in Betrieb. Die Pechblende tritt auch hier unregelmäßig auf und wird bis zirka 15 cm mächtig. Die Aufschlüsse gehen etwa 300 Fuß tief. Obwohl die parallelen Gänge recht nahe nebeneinander liegen (in Abständen von etwa 100 m) setzen zwischen ihnen doch noch andere, und zwar reine Goldgänge auf. Einen derselben hat die Alps Mine bis zu 1400 Fuß Tiefe aufgeschlossen und dabei niemals Pechblende gefunden. Gegenwärtig ist in den verschiedenen Minen wohl ein ansehnliches Quantum meist armer Erze zum Abbau vorgerichtet. Die Hauptfrage ist für die Zukunft und für die Entwicklungsmöglichkeit der Gruben aber doch, wie tief das Uran reichen kann. Die Gruben liegen in 9590 Fuß Seehöhe. Ein in der Nähe aufgefahrener Revierstollen hat 7650 Fuß Seehöhe. Die Gold- erzgänge setzen noch unter seine Sohle mit unveränderten Gehalten hinab. Natürlich sind alle Bergleute überzeugt, daß das auch die Uranerze tun werden, was eine Abbauhöhe von 700 m ergeben würde. Wenn wir uns jedoch der über primäre Teufenunterschiede bei der Pechblende gemachten Erfahrungen erinnern, werden wir gut tun, in dieser Frage vorsichtiger zu sein.

Der Inhalt der bis jetzt aufgeschlossenen Gänge ist bescheiden. Wenn vorläufig die Rechnung nur bis zu der Tiefe geführt wird, die durch einen Uranfund auf der War Dance Mine im benachbarten Russel Gulch gegeben ist, so kommt man zu einem Vorrat von zirka 10 g Ra. Die weitere Entwicklungsmöglichkeit dieses Bezirkes hängt sehr von den Ergebnissen weiterer Aufschlüsse, die bis jetzt noch sehr wenig entwickelt sind, ab. Die bisherige Produktion, die sich auf die Gewinnung von in den Gruben zurückgebliebenen Pfeilern beschränkt, ist demnach noch keine geregelte. Die Erze werden in Denver aufbereitet. Flotationsverfahren sollen bei fein eingesprengten oder stark von Pyrit durchwachsenen, also armen Erzen gute Resultate gegeben haben.

Die Pechblende in Colorado wurde 1871 von Pearce<sup>2)</sup> ent- deckt. Die Gruben waren seitdem wiederholt längere Zeit außer Be- trieb. Im ganzen dürften den mir gemachten Angaben zufolge bisher etwa 20 t hüttengerechter Erze verladen worden sein.

Es ist übrigens die Möglichkeit vorhanden, daß sich die Uran- funde in diesem Bezirke noch mehren. So wurde gegen Jahresschluß berichtet, daß auf Jo Reynolds Mine zwischen Georgetown und Ida- hosprings ebenfalls Pechblende gefunden worden sein soll. Auch hier

<sup>1)</sup> Prof. Pap. Nr. 90—A.

<sup>2)</sup> Proceed. Colo. scientif. soc. vol. V, p. 156.

handelt es sich um einen Fundort im Gneis nahe am Kontakt mit Granit.

Wenn nun auch Gilpin County keine ansehnlichen Radiummengen bis jetzt aufzuweisen hat, so ist Colorado doch das radiumreichste Land der Erde und das verdankt es seinen zahlreichen, über weite Gebiete ausgedehnten und auch in das angrenzende Utah hinüberreichenden Carnotitvorkommen<sup>1)</sup>. Der Carnotit, das Kaliumuranylvanadinat, bildet hier Imprägnationen im Sandstein. Hinsichtlich seines Auftretens ist er den oxydischen Kupfererzen unseres Rotliegenden vollkommen analog. Oft sind es verkohlte Pflanzenreste oder Kohlenschmitze, welche die Fällung des Vanadinats verursacht haben. Oft wieder ist es an tonigen Schichten infolge Adsorption zur Ausscheidung gekommen. Oder es imprägniert tonige oder kalkige Sandsteinbänke namentlich auch dann, wenn diese zerrüttet oder veruschelt sind. Diese Imprägnationen können alle Größen haben. Meist sind sie einige Zoll dick, oft ist es ein dünner Besteg auf einer tonigen Schichtfläche, nur ausnahmsweise werden 4 Fuß dicke Lager beschrieben. Die Ausdehnung schwankt von eigroßen Konkretionen, die gern in Schwärmen auftreten, bis zu ausnahmsweise 200 m langen Linsen.

Alle diese Vorkommen liegen im Bereiche des Colorado-Plateaus, westlich vom Rocky Mountain-Distrikt. Sie sind nicht niveaubeständig. Im Skull Creek-Basin, westlich von Meeker finden sie sich nach Gale im Dakota-Sandstein, also in der Kreide. Im Coal Creek nördlich Meeker setzen sie im Liegenden des Dakota-Sandsteins auf, in Schichten, die angeblich dem Jura angehören. Die ausgedehntesten und reichsten Vorkommnisse sind jene des Paradox valleys, einem Seitental des Dolores River und im Mac Intyre-Bezirk im Montrose County und San Miguel County gelegen. Sie sind von Placerville durch lange Überlandreisen zu erreichen, was den Transport der Erze sehr verteuert.

Günstiger zur Bahn liegen die Vorkommen Utahs. Sie sind aber ärmer an Uran, jedoch reicher an Vanadium wie jene Colorados. Auch hier treten die Imprägnationen in den angeblich jurassischen Schichten auf, und zwar am Grand am River bei Richardson, dann bei Thompsons und endlich am Green River bei der Stadt Green River.

An den felsigen Abhängen der tief eingeschnittenen Täler sind zahlreiche Ausstriche der imprägnierten Sandsteine sichtbar. Geringe Aufschlußarbeiten sind mithin nur notwendig. Eine Gesetzmäßigkeit in der Verbreitung ist bis jetzt noch nicht ermittelt worden. Nur aus dem Distrikt von Rickardson gibt Bontwell an, daß Quetschzonen bevorzugt werden und auch Ransome bemerkte Carnotit an Verwerfungen. Nach Analogie mit unseren permischen Kupfererzen darf man voraussetzen, daß die Nähe von Verwerfungen oder von Eruptivgesteinen der Erzführung günstig sein dürfte. Es wird von Wichtigkeit sein, diese Frage zu studieren, wenn die Ausbisse an der Tagesoberfläche erschöpft sein werden und neue Pockets ge-

<sup>1)</sup> Fleck u. Haldane, Rep. of the State Bureau of Mines. Denver 1905/06, p. 47. — Moore u. Kithil, U. S. Bureau of Mines Bull. Nr. 70 (1913). — Bontwell, U. S. geol. Surv. Bull. Nr. 260 (1904), p. 200. — Gale daselbst, Bull. Nr. 315 (1906), p. 110, u. Bull. 340 (1907), p. 257. — Hillebrand u. Ransome, Bull. 262, p. 9.

funden werden sollen. Bemerkenswert aber ist, daß Eruptivgesteine in den Carnotitdistrikten weit und breit fehlen oder wenigstens bisher unbekannt geblieben sind. Nur die Vorkommen nordöstlich von Meeker liegen 6 km vom Rande einer größeren Basaltdecke entfernt. Zusammen mit dem Carnotit oder wenigstens in seiner Nähe werden öfter auch Imprägnationen oxydischer Kupfererze gefunden. Unter den amerikanischen Geologen herrscht die Anschauung vor, daß der Carnotit zurückzuführen ist auf die Zersetzung fein eingesprengten  $U$ - und  $Va$ -Minerale. Das Grundwasser soll diese Zersetzungsprodukte transportiert und an geeigneten Stellen zur Abscheidung gebracht haben.

Man hat in den Vereinigten Staaten in den letzten Jahren dem Carnotit zunehmende Aufmerksamkeit geschenkt. Fleck und Haldane und in neuester Zeit Moore und Kithil haben diesen Lagerstätten eingehende und vielseitige, auch die Technologie behandelnde Berichte gewidmet. Obwohl es sich um recht arme Erze handelt, ist die Produktion in rascher Zunahme entwickelt und auch die Preise des Erzes bewegen sich, seitdem man erkannt hat, daß es sich mit Vorteil zur Radiumdarstellung verwenden läßt, rasch nach oben. Immerhin ist der Carnotit heute noch das wohlfeilste Radiumrohmaterial.

Der bisherige Versand betrug (nach Mining science Februar 1914):

1911: 25 tons  $U_3 O_8$ .

1912: 26 tons.

1913: 2140 tons Carnotit mit zirka 38 tons  $U_3 O_8$  <sup>1)</sup>.

Dieser letzteren Angabe würde ein durchschnittlicher Gehalt von 1.8% entsprechen, was beweisen würde, daß sehr viel armes Erz zur Versendung gebracht wurde. Es ist allerdings richtig, daß sehr viel low grade ore vorhanden ist. Im allgemeinen gilt ein 3%-Erz bereits als günstig und nur relativ wenig 4%-Erz ist überhaupt zu haben. Große Mengen des Erzes führen nur 1—2%  $U_3 O_8$ . Erz mit weniger als 2% galt früher als unverkäuflich. Jetzt hat man die Grenze auf 1.5% herabgesetzt. Es ist ein wichtiges Problem, die Aufbereitungsfrage zu lösen. Für nasse Aufbereitung, insbesondere für einen Flotationsprozeß würde das Erz höchst geeignet sein, in den semiariden Gegenden fehlt es jedoch an Wasser. Versuche mit trockener Aufbereitung, die das U. S. Bureau of Mines unter der Leitung Kithils durchgeführt hat, sind zwar gelungen, haben aber doch noch recht große Verluste ergeben.

Von der Preissteigerung, die der Carnotit in letzter Zeit erfahren hat, gibt einen Begriff, wenn ich erwähne, daß vor einem Jahr gezahlt wurde beispielsweise für 3% Erz 1.5 Dollar pro Pfund und überdies für das Vanadium 30 bis 50 c pro Pfund. Wurde das Vanadium nicht bezahlt, so konnte man 2.25 Dollar, also für 1 ton 135 Dollar erzielen. Diese Preise verstehen sich f. o. b. New York. Ende Juni, von welcher Zeit meine letzten Nachrichten <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 1914 bis 1. VIII. zirka 4300 tons mit 87 tons  $M_2 O_3$ . Der Weltkrieg hat auch hier die Produktion gehemmt.

<sup>2)</sup> Die ich zum Teil der Gefälligkeit des Herrn Kithil verdanke.

datieren, dagegen brachte 3% Carnotit in Placerville 163 Dollar per ton. Die Fracht Pacerville-New York beträgt 12 Dollar. Diese Steigerung beweist, daß man gelernt hat, Radium auch aus dem Carnotit herzustellen, trotzdem sein Urangehalt sehr klein ist und das Verhältnis  $Ra$  zu  $U$  sich nach der bisherigen Literatur ungünstiger als in der Pechblende stellt. Nach Gleditschs Messungen wäre es 1:4,270.000.

Gegenwärtig findet der Carnotit zu einem guten Teil Verarbeitung in der Radiumfabrik in Pittsburg, die etwas vor einem Jahre einen geregelten Betrieb eingeführt hat. Bemerken möchte ich hier, daß auch das Radiuminstitut, das die Vereinigten Staaten seit etwa Jahresfrist besitzen, ebenfalls Carnotitbergbau in gepatchten Feldern betreibt und den Carnotit selbst auf Radium verarbeitet, um dergestalt alle Phasen der Radiumgewinnung selbst zu erproben und die unter der Leitung vortrefflicher Fachleute gesammelten Erfahrungen der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Das Radiuminstitut arbeitet hier zusammen mit der unter der Leitung von Moore und Kithil stehenden rare metals section des U. S. Bureau of Mines.

Die Größe der im Carnotit der Vereinigten Staaten angesammelten Radiummenge ist sehr schwer zu schätzen, weil die Fundpunkte gruppenweise über ein sehr großes Areal verteilt sind und das Auftreten des Erzes sowie sein Gehalt sehr ungleichartig sind. Parsons<sup>1)</sup>, der Chef der mineraltechnologischen Abteilung des U. S. Bureau of Mines erwähnt eine Schätzung, die zu 900 g  $Ra$  kommt. Eine andere, die ein Beamter des Bureau angestellt hat, soll nur ein Fünftel dieses Betrages ergeben haben. Um zu einem beiläufigen Bild von der Bedeutung dieser Zahlen zu kommen, möchte ich die Rechnung umkehren. Zu 900 g  $Ra$  braucht man unter Berücksichtigung von Hütten- und Aufbereitungsverlusten auf Grund des von Gleditsch ermittelten Verhältnisses  $Ra:U$ , wenn wir im Durchschnitt mit 2% igen Erzen rechnen, etwas über 36.000 t Carnotit. Ein Nest, das 50 t liefert, gilt bereits als gut. Es würden also 580 solcher Pockets nachgewiesen sein müssen, was allein nach der Zahl der Claims zu urteilen bisher noch nicht der Fall ist. Dahingegen dürfte die Schätzung auf gegen 200 g Radium für ernst zu nehmen sein.

Die Carnotitlager der Vereinigten Staaten weichen beträchtlich von allen vorher besprochenen Uranlagerstätten dadurch ab, daß in ihrer Nähe nirgends ein Granit sichtbar wird und dadurch, daß sie gleichzeitig Vanadiumlagerstätten sind. Das Verständnis dieser Lagerstätten wird wesentlich durch die australischen Uranlagerstätten gefördert. Vielleicht auch könnte der Carnotit Mexikos Licht bringen. Ich konnte aber über diese Vorkommen bisher nichts weiter ermitteln, als daß etwa 100 t aus dem Staate Chihuahua nach New York verschickt worden sein sollen und daß als Gangart dieses Carnotits sehr reiner Kalzit auftreten soll<sup>2)</sup>. Wo im Staate Chihuahua der Fundort liegt, ist mir ebenfalls unbekannt geblieben. Der Staat ist sehr groß und reich an  $Ag$ ,  $Zn$ ,  $Pb$  und  $Cu$ . In Kreideschichten sollen angeblich junge und sehr ausgedehnte Granitmassen auftreten,

<sup>1)</sup> Science 1913, p. 612.

<sup>2)</sup> Mining and engineering Journal 1914, p. 114.

so daß die Möglichkeit einer Verbindung mit Granit hier wieder gegeben wäre. Ebenso kann ich nur erwähnen, daß Carnotit auch in dem mittelamerikanischen Staate San Salvador am Cerro Pelon, nahe der Hauptstadt des Departements Sensuntepeque vorkommen soll.

Die australischen Uranerze führen uns wieder in Granitgebiete. Das bedeutendste Vorkommen liegt am Radium hill bei Olary in Südaustralien<sup>1)</sup>. Es wurde 1906 von Mawson entdeckt und beschrieben. In, am Granit kontaktmetamorphosiertem Sandstein, wahrscheinlich präkambrischen Alters, treten mehrere bis 2 Fuß breite pegmatitartige Gänge auf, die einige 100 Yard weit zu verfolgen sind und im ganzen etwa  $\frac{1}{4}$  Meile lang sind. Die Gänge bestehen aus Ilmenit, Magnetit, Rutil, etwas Quarz und Biotit sowie einem Cerium-silicotitanat. Der Carnotit tritt nur in Hohlräumen des Gesteines auf. Die sichtbare Menge desselben ist verschwindend. Wenn der Abbau trotzdem anscheinend nicht ohne Erfolg eingeleitet werden konnte, so liegt das daran, daß bei dem Erze mit gutem Erfolge elektromagnetische Aufbereitung anwendbar ist. Die Aufbereitungsanstalt liegt in Woolwich am Paramettefluß (Sydney). Die Aufschlüsse sind noch wenig tief. Man wird Mawson beizustimmen haben, wenn er den Carnotit als ein Verwitterungsprodukt, entstanden aus uranhaltigen Titanaten, Tantalaten oder Niobaten auffaßt, die allerdings erst unter dem Grundwasserspiegel gefunden werden müßten.

Crook und Blake geben den Gehalt des Erzes mit  $2.25\%$   $U_3O_8$  an, Radcliff jenen des Konzentrats mit  $1.6\%$ . Aus den Betriebsergebnissen jedoch möchte ich entweder auf große Verluste oder einen Gehalt von nur  $0.3\%$  schließen. Über die Erzreserven liegen Angaben im Direktionsbericht der Radium hill Co. vor, die von der Möglichkeit sprechen, Radiumbromid im Werte von 900.000 Pfd. St. zu produzieren, was einer Radiummenge von etwa 30 g entsprechen würde. Ich will dazu bemerken, daß nach den konkreten Angaben, die über die Lagerstätte vorliegen, mir diese Berechnung durchaus berechtigt erscheinen möchte.

Zwei Momente sind uns bei dieser Lagerstätte von besonderem Interesse: die Verarbeitung eines sehr armen Erzes, auf die wir noch in anderer Verbindung zurückkommen wollen, und die Verbindung von Uran und Vanadium. Zinn und Wolfram fehlen dem Distrikte. Trotzdem aber haben wir einen Pegmatitgang aus der Ganggefolgschaft eines Granits vor uns. So hindert uns nichts, auch für Colorado vorläufig an der Vermutung festzuhalten, daß in den Carnotitimpregnationen, zu denen sich gelegentlich auch solche von oxydischem Kupfererz gesellen, Fernwirkungen granitischer Intrusionen vorliegen, die als Lakkolithen in der Tiefe verborgen sein müßten. In den bis 1500 Fuß tiefen Canons, die das Carnotitgebiet des Coloradoplateaus durchfurchen, kommen hie und da, jedoch weit abseits von den Carnotitlagern unter den red beds der Doloreschichten metamorphe Schichten unbekanntes Alters zutage. Man

<sup>1)</sup> Mawson, Trans. roy. soc. South Australia vol. 30 (1906), p. 188. — Crook and Blake, Mineral. Mag. vol. 15 (1910), p. 271. — Radcliff, Mining science 1914, p. 29 u. 37 u. Journ. Roy. soc. New South Wales vol. 47 (1913), p. 145.

vergleiche hierüber die neue, von George vortrefflich bearbeitete Übersichtskarte von Colorado. Übrigens kann man in der Flexur, an der die große Ebene gegen die Rocky Mountains grenzt, bei Golden im tiefsten Teile der red beds Pegmatitintrusionen beobachten, so daß wenigstens für die Rocky Mountains an dem Vorhandensein junger granitischer Intrusionen nicht gezweifelt werden kann.

Australien hat aber noch ein anderes Radiumvorkommen, das, wenn es auch wirtschaftliche Bedeutung nicht zu besitzen scheint, doch genetisch von Interesse ist. Simpson<sup>1)</sup> hat aus dem Pilbara-Goldfeld in Westaustralien ein neues Mineral, den Pilbarit, beschrieben, der 23·8%  $U_3O_8$  und 7·5 cg Radium pro t enthält. Das Pilbara-Goldfeld ist, wie Woodward<sup>2)</sup> schildert, ein Granitgebiet mit goldführenden Quarzgängen. Der Pilbarit bildet gelbe Knollen in den Salbändern eines zinnführenden Pegmatitganges, dem Tantalit lode, der im Grünschiefer aufsetzt. Bis 37 Pfund schwere Klumpen von Tantalit kommen in diesem Gange vor. Der Pilbarit, der zur Hauptsache ein Blei- und Thoruranat zu sein scheint, enthält überdies auch geringe Mengen von Edelerden, wodurch sich dieser Pegmatit verwandtschaftlich an die skandinavischen Pegmatite etc., die wegen ihres Thorits, Orthits etc. gebaut wurden, anschließt.

Ein letztes, vielleicht ebenfalls eigenartiges Carnotitvorkommen ist aus Russisch-Turkestan zu erwähnen. Es befindet sich bei Tjuja Majun, 50 Werst südöstlich Andischan im Ferghanagebiet. Bisher ist nur wenig mehr als ein paar Mineralbeschreibungen über das Gebiet in die wissenschaftliche Literatur gedrungen. Ich habe mir viel Mühe gegeben, Genaueres im Wege der Korrespondenz zu erfahren, aber leider bisher vergeblich. Das Vorkommen dürfte aber beachtenswert sein, wie ich vor allem daraus schließen möchte, daß im vorigen Frühjahr eine halbe Million Rubel bewilligt worden sind, um die Lagerstätte zu untersuchen. Eine wissenschaftliche Untersuchung kostet nicht so viel. Es müssen also Aufschlußarbeiten, und zwar bereits ansehnliche Aufschlußarbeiten geplant worden sein und diese macht man mit solchem Geldaufwande doch nur, wenn ein Vorkommen etwas verspricht. Später noch sind Zeitungsberichte in Umlauf gesetzt worden, denen zufolge diese Lagerstätte reich sein soll. Beschrieben wurde von Antipow ein Ferghanit mit 77%  $U_3O_8$  und 17%  $Va_2O_5$ , der zusammen mit dem Vanadium reicheren Volborthit „Stockwerke“ im devonischen Kalkstein bilden soll. Nach anderen Berichten<sup>3)</sup> möchte ich glauben, daß es sich um metasomatische Vorkommen handelt oder vielleicht um Imprägnationen. Es wird auch ein Tjujamajunit, der ein Kalziumcarnotit ist, erwähnt, der zusammen mit Ilmenit vorkommen soll. Das Merkwürdigste ist, daß der geologischen Karte zufolge, die Mouschketow 1911 von dem auch sonst erzeichen Gebiete veröffentlichte, erst in ziemlicher Entfernung ein Granit verzeichnet ist. Hier bleibt also noch vieles aufzuklären.

<sup>1)</sup> Chemikal News vol. 102 (1910), p. 283 u. West Austral. geol. surv. Bull. Nr. 48 (1912), p. 1.

<sup>2)</sup> Bull. West Austral. geol. surv. Nr. 41 (1911).

<sup>3)</sup> Mironow, Sitzb. natf. Ges. St. Petersburg 1910, p. 286. — Nenadkewicz, Bull. ac. sc. St. Petersburg 1909, p. 185. 1912, p. 945.

Über ein anderes problematisches Radiumvorkommen im russischen Reiche, im Baikalseegebiet <sup>1)</sup>, wird hoffentlich nach dem Kriege mehr zu erfahren sein. Vor einigen Jahren wurden auch aus dem Kaukasus <sup>2)</sup> Pechblendefunde berichtet. Es ist aber nichts wieder hiervon zu hören gewesen und so bleibt es wohl fraglich, ob sie tatsächlich sind. Es ist ja oft auch ohne Erfolg nach dem kostbaren Mineral gesucht worden. So möchte ich auch erwähnen, daß die Hoffnungen, die man vor Jahren auf Bolivien gesetzt hatte, sich nicht bestätigt haben, andererseits könnte ich glauben, daß der Bangka Distrikt, in dem Uranmineralien bereits gefunden wurden, vielleicht doch schärfere Aufmerksamkeit verdienen würde.

Zum Schluß habe ich noch radiumhaltige Kohlen zu erwähnen. An erster Stelle unter denselben rangiert der Kolm Schwedens <sup>3)</sup>, der eine cännelartige, grauschwarze, schwere Kohle ist und einige Dezimeter große, linsenförmige Einlagerungen in kambrischen Alaunschiefern Schwedens bildet. Fundpunkte sind in der Gegend von Billingen bei Skäfle in Westergotland und verschiedene Orte in Närke. Die Aktiebolaget Kolm, deren Radiumfabrik auf der Insel Lindigö bei Stockholm liegt, hat es unternommen, dieses Material zu verarbeiten. Der Kolm gibt 25—40% Asche und diese enthält nach Angaben von Ladin und Sjögren etwa 1—3% Uranoxydoxydul. Der theoretische Radiumgehalt des Billigen Kolms, Grube „Stolan“ ist nach einer freundlichen Mitteilung Dr. Westergards  $1.5 \cdot 10^{-9}$ . Es scheint somit im Kolm das Verhältnis  $Ra : U$  mindestens dem in der Pechblende entsprechen, vielleicht sogar höher sein. Genauere Untersuchungen über diese Frage sind mir nicht bekannt geworden.

Vor 4 Jahren soll die Radiumfabrikation mit einer täglichen Verarbeitung von 3—4 t Kolm aufgenommen worden sein. Sie scheint aber doch nicht recht gelingen zu wollen was leicht verständlich wird, da schon die völlige Veraschung gewisse Schwierigkeiten macht, eine weitere mechanische Anreicherung der Uransalze in der Asche nicht möglich ist und eine chemische Extraktion bei dem niedrigen Gehalte naturgemäß große Kosten und Verluste verursacht. Die Menge des in den kambrischen Schichten vorkommenden Kolms ist vielleicht nicht ganz unbedeutend, jedenfalls aber schwer numerisch zu erfassen. In den Alaunschiefern zählt sie zufolge Ladin nach Kilogrammen. Wegen der Produktionsschwierigkeiten habe ich von weiteren Berechnungen abgesehen.

Es ist eine interessante Frage, woher der nicht ganz unbedeutende Gehalt an Uran im Kolm stammt. Nach Sjögren enthält die Asche auch etwas *Ni*, *Cu*, *Zn*, *Mo*, *Va*, *Pb*, *Sn*, *Bi*, aber auch Spuren von *Ce* und *Gd*. Der Schwefelgehalt des Kolms ist beträchtlich. Feinste Pyriteinschlüsse werden unter dem Mikroskop sichtbar. Ich halte es für wenig wahrscheinlich, daß an aufgearbeitete Erze, darunter auch Uranpecherz zu denken sei, eher scheint mir Epigenese oder Fällung der Metallsalze durch das Bitumen bei dessen Ab-

<sup>1)</sup> F. Jegorow, Bull. ac. sc. St. Petersburg 1914, p. 57.

<sup>2)</sup> Sokolow, Journ. russ. phys. chem. Gesellsch. 1911 (53), p. 436.

<sup>3)</sup> Ladin, Arkiv for Kemi, Mineralogie och Geologie Bd. 2, p. 37. — Sjögren, daselbst, Bd. 2, No. 5, p. 1. — Krusch, in Dammer u. Tietze l. c.

lagerung in Betracht zu kommen. Landin hat festgestellt, daß auch der Alaunschiefer in dem der Kolm vorkommt, Radium enthält, allerdings nicht unwesentlich weniger als der Kolm (etwa  $\frac{1}{10}$ ). Er sagt, daß der Urangehalt das Bitumen zu begleiten scheint, da aschenreichere Schiefer etwas kleineren Urangehalt zeigen.

Kohlen, die Radium enthalten, sind wiederholt bekannt geworden. Neben jenen Kohlen, die aus dem Carnotitgebiet der Vereinigten Staaten schon erwähnt wurden, sei einer Kohle von Moonta Mines in S. Australien mit 4% Uran, die Radcliff<sup>1)</sup> beschrieben hat, Erwähnung getan. Besonderes Interesse aber beansprucht eine Kohle, die Kithil<sup>2)</sup> südlich Thompsons in Utah gefunden hat, da sie einen höheren Radiumgehalt aufweist, als ihrem Gehalte an Uran entsprechen würde. Die Ursache des relativ hohen Ra-Gehaltes ist noch nicht bekannt, aber die in den Patenten Eblers niedergelegten Beobachtungen, daß Kolloide die Fähigkeit haben, Radiumsalze in verhältnismäßig bedeutendem Maße zu adsorbieren, könnten dies erklären und würden geeignet sein, größere Aufmerksamkeit auf den Radiumgehalt von Kohlen zu lenken. Diese erwähnten Kohlen sind lediglich von wissenschaftlichem Interesse.

Überblicken wir alles Gesagte, so kommen wir dazu, in den bisher bekannten Radiumlagerstätten bauwürdiges Radiumerz mit etwa 425 g Ra-Element voranzusetzen. In dieser Schätzung sind positive und wahrscheinliche Vorräte auf Grund vorsichtiger Bewertungen zusammengefaßt. Eine Spezifikation des Nachgewiesenen vom Wahrscheinlichen hat, wenn es sich um die Produktionsmöglichkeiten der Erde handelt, keinen wirklichen Wert, da sie nur von dem jeweiligen Stand der Aufschlußarbeiten abhängt. Es wäre auch ungemein schwieriger, zu sagen, wieviel von diesen Vorräten als greifbar oder wie man jetzt zu sagen pflegt, als positiv aufzufassen ist. Da die Zahl der Tagesaufschlüsse und der Schürfungen in Colorado ziemlich groß ist, könnte vielleicht der fünfte bis zehnte Teil obiger Menge als nachgewiesen gelten.

Von einem österreichischen Weltmonopol für Radium kann mithin nicht mehr die Rede sein, sogar hinsichtlich der Erzvorräte stehen wir nicht an erster Stelle. Dahingegen ist Joachimstal doch noch die reichste Lagerstätte, das heißt die Lagerstätte, die auf kleinstem Raume die höchste Konzentration aufzuweisen hat.

Ich möchte nebenbei erwähnen, daß mich gerade dieser letztere Umstand veranlaßt hat, der Frage näherzutreten, ob wegen der bekannten thermischen Einwirkungen der Radiumsalze vielleicht das Temperaturgefälle in Joachimstal ein anderes sein könnte. Die Rechnung ergab, daß die Menge des Radiums doch noch zu gering ist, um einen wahrnehmbaren Einfluß auf die geothermische Tiefenstufe auszuüben.

Auch das kann ich nicht unerwähnt lassen, daß es möglich ist, daß wir im Joachimstaler Distrikte gewinnbare Radiumvorräte auch außerhalb der Erzgänge haben, die an Quantität Colorado noch über-

<sup>1)</sup> Trans. Roy. soc. South Austr. vol. 30 (1906), p. 199.

<sup>2)</sup> Science 1913, p. 624.

treffen. Seit Sandbergers Untersuchungen über die Lateralsekretion ist bekannt, daß das Nebengestein der Joachimstaler Gänge Uranpecherz enthält, und zwar in gar nicht so ganz geringer Menge. Ich will nur auf einen Aufbereitungsversuch hinweisen den Babanek <sup>1)</sup> vor 25 Jahren durchgeführt hat, da 5 Kubikmeter Gestein verwendet wurden, also zufällige Einsprengungen schon weniger zur Geltung kommen konnten. Rechnet man die von Babanek angegebenen Ausbeuten um, so ergibt sich ein Gehalt von 0·125%  $U_3 O_8$ . Wenn wir aber bedenken, daß dieser Aufbereitungsversuch keineswegs den vollendeteren Mitteln der Gegenwart entspricht, so können wir auf einen noch etwas höheren Gehalt, beziehungsweise auf ein etwas größeres Ausbringen rechnen. Die Hauptsache aber ist, der Gehalt des Glimmerschiefers ist nicht viel kleiner wie jener der Gänge mancher Lagerstätten, welche heute abgebaut werden. Nichts ist leichter als dieser Frage heute nachzugehen, wo das Elektroskop als Hilfsmittel für Geologen und Bergmann bereits eingeführt ist und wo man Hunderte von zuverlässigen Proben verhältnismäßig leicht und schnell bewerkstelligen kann. Sollte dieser Urangehalt nicht nur ganz lokal und ungleich im Gesteine verteilt sein, dann wären nur Steinbrüche und eine große Aufbereitungsanlage notwendig, um die Radiumgewinnung in Böhmen sprunghaft zu steigern. Die Kosten wären gewiß niedriger als jene in Australien oder Portugal, da reichlich Wasser zur Verfügung steht.

Wir sehen also, es ist nicht gar so wenig Radium auf der Erde zu finden und man muß sich fast fragen, ob es nötig und berechtigt ist, daß der Stoff so hoch im Preis steht. Der Preis des Radiums und die Situation des Radiummarktes ist aber eine der wichtigsten Fragen für die Beurteilung der bauwürdigen Radiumvorräte. Sie ist so wichtig, daß neben ihr die bergmännischen Gesichtspunkte bei der Beurteilung einer Lagerstätte stark in den Hintergrund gedrängt werden können. So nimmt denn auch die Diskussion über die Radiumbewertung einen breiten Raum in allen Gutachten, die über Uranvorkommen geschrieben werden, ein. An einem Beispiel möchte ich das zeigen, es ist einem von hervorragender Seite verfaßten Gutachten entnommen, Name und Objekt tun nichts zur Sache. Auf Grund des beiläufig jetzt noch gültigen Radiumpreises wurde das Objekt auf 13·1 Millionen Kronen geschätzt. Bei Sinken des Preises auf  $\frac{1}{4}$  fällt der Wert auf zirka 3·7 Millionen Kronen und bei Sinken des Preises auf  $\frac{1}{10}$  bleibt gar nur ein Wert von 1·8 Millionen Kronen. Die Bewertung einer Radiumlagerstätte wird zu einem kaufmännischen Problem, basierend auf dem geologischen Gutachten über die Chance. So ist es kaum verwunderlich, wenn sich in Colorado für Carnotitclaims ein annähernd einheitlicher Handelspreis herausgebildet hat. An dem Risiko, ob die Lagerstätte sich als groß oder klein erweist, nehmen dann Käufer wie Verkäufer teil.

Nachdem wir gesehen haben, welche Radiumvorräte dem Bergbau beiläufig zur Verfügung stehen, haben wir eine Basis gewonnen, um die Zukunft des Radiummarktes zu beurteilen. Wir müssen

<sup>1)</sup> Öst. Zeitschr. f. Berg u. Hüttenwesen 1889, p. 343

uns erinnern, daß der Radiumpreis in Paris festgesetzt wurde, als die ersten kleinen Quantitäten zum Verkauf kamen. Das Rohmaterial, die Rückstände von der Uranfarbenfabrikation in Joachimsthal hatten keinen Marktwert und es ist klar, daß die erste Preisfestsetzung ebensogut anders hätte erfolgen können. Es kamen für dieselbe ähnliche Gesichtspunkte in Betracht, wie sie berücksichtigt werden, wenn von einer chemischen Fabrik ein neuer Farbstoff oder ein neues Heilmittel auf den Markt gebracht wird. Auch da wird der Preis nicht allein durch die Herstellungskosten bedingt. Die Aufnahmefähigkeit des Marktes, der Ersatz durch andere Stoffe u. a. m. regulieren den Preis, der ja auch die Kosten der Vorversuche und den Entlohn für die geistige Arbeit des Entdeckers enthalten muß. Wie dem nun auch sei, der Preis für das Radium war einmal da und niemand hat heute ein Interesse daran, es billiger zu verkaufen. Für die Zukunft wird selbstverständlich das Gesetz von Angebot und Nachfrage den Markt regulieren. Bisher war die Nachfrage stärker. Die Nachfrage ist aber immer noch eine solche, daß nicht selten Schlüsse auf einer Basis vermittelt werden, die über der offiziellen Notierung, d. i. 588.000 K für 1 Gramm liegt. Wie lange aber kann das so bleiben? Weitaus das meiste Radium wird von Heilanstalten begehrt. Wenn nun auch die Zeit gelehrt hat, daß es auch in den von der Medizin angewendeten Mitteln eine Mode gibt, so kann doch kein Zweifel sein, daß die Erfolge der Radiumtherapie so durchschlagend sind, daß trotz der Konkurrenz, die in dem Mesothor erstanden ist, auf einen lange anhaltenden Bedarf gerechnet werden kann. Dazu kommt noch die Möglichkeit erweiterter Anwendung bei sinkenden Preisen. Krusch sprach die Ansicht aus, daß unter den Metallmärkten jener des Radiums dadurch eine eigenartige Stellung einnehme, daß das Radium praktisch so gut wie nicht verbraucht wird, während von den in den Handel gebrachten Metallen ein erheblicher Teil der Jahresproduktion verschwindet. Nun, das Verschwinden findet heute schon auch beim Radium statt, nur ist die Menge im Vergleich zu anderen Metallen der erzeugten Menge proportional, dem Werte nach umgekehrt proportional, also absolut genommen natürlich sehr klein. Die Radiumsalze, die in den Spinthariskopen, die zum Teil als Spielerei gekauft werden, stecken, sind ebensogut verloren wie jene, die zu den Salzlösungen verbraucht werden, die als Medikament, wenn auch in außerordentlicher Verdünnung, verabreicht werden. Auch durch physikalische Instrumente, wie dem Radiumpyrometer von Allen, werden gewisse Mengen anderer Verwendung entzogen. Und schließlich sind die Joachimstaler Rückstände, die zu rein äußerlicher Applikation an Kranke verkauft werden, ebenfalls auf das Verlustkonto zu setzen.

Wenn wir trotz der verschiedenen Kaufkraft der Großstädte jene Radiummengen, die von diesen für ihre Krankenhäuser bisher angeschafft wurden, als Maßstab für weitere Anschaffungen nehmen und wenn wir weiter annehmen, daß nur von den Großstädten von 100.000 oder mehr Einwohnern im Verhältnis ihrer Einwohnerzahl Radium gekauft wird und hierzu noch den Bedarf der Universitäten schlagen, so kommen wir dazu, den gesamten Radiumbedarf der Erde ohne Rücksicht auf den Verschleiß mit beiläufig 60 g zu ver-

anschlagen. Hiervon existieren heute schon etwa 12 g. Die gegenwärtige Jahresproduktion kann jetzt auf 4—5 g, nach dem Ausbau von Joachimstal und Colorado auf das Doppelte geschätzt werden. In fünf bis acht Jahren könnte also, immer gleichmäßige Kaufkraft der Bevölkerung der ganzen Erde vorausgesetzt, der Bedarf gedeckt sein. Beiläufig so lange also könnte man vor einem starken Sinken des Radiumpreises sicher sein<sup>1)</sup>. Die Herstellungskosten des Radiums sind im Vergleich zu seinem Werte sehr gering. Aber der hohe Wert des Radiums hat die Bewertungsgrundlage des Uranerzes gewaltig verschoben. Man greift nicht zu hoch, wenn man heute ein Kilogramm 50 prozentiger Pechblende mit 85 Kronen bewertet, während noch vor 10 Jahren die Preisskala dafür 15·87 Kronen festsetzte, damit aber haben sich die Bauwürdigkeitsgrenzen gänzlich verändert. Wir haben gesehen, daß Joachimstal zwar nicht die größte, aber die reichste Erzreserve ist. Von hier aus kann der Weltmarkt am nachhaltigsten beeinflußt werden. Die amerikanische Radiumindustrie ist an hohe Preise gebunden und man kann sich leicht ausrechnen, bei welchem Radiumpreise unter den jetzigen Beförderungsmöglichkeiten die Carnotitindustrie existenzunfähig wird. Vorläufig hat der Joachimstaler Bergbau gewiß ebensowenig wie die anderen Radiumproduzenten ein Interesse daran, den Radiumpreis zu werfen, denn bedeutende Investitionen sind im Gange und wollen amortisiert werden. Sollte aber die Absatzmöglichkeit nachlassen, so ist der Joachimstaler Bergbau durch Hervorrufung eines Preissturzes in der Lage, den größten Teil der Konkurrenz lahmzulegen. Die abbaubaren Radiumvorräte würden dann etwa auf ein Drittel der oben angegebenen Reserven zusammenschrumpfen. Aber auch dann wären sie noch groß genug, um der leidenden Menschheit viel Wohltat zu bringen. Wenn ich an die Edelerden der Glühstoffindustrie und an die Zusätze von seltenen Metallen zur Darstellung von Qualitätsstahl erinnere, so sehen wir beim Radium dieselbe Erscheinung sich wiederholen: Ein Stoff, der anfangs für selten gilt, wird in immer größerer Menge gefunden, sobald sich ein Bedarf für ihn ergibt. Ebenso wie es bei diesen Stoffen der Fall war, dürfen wir auch beim Radium im Interesse der Kranken hoffen, daß es in nicht zu ferner Zeit billiger werden wird. Für unsere österreichische Volkswirtschaft möchte ich aus obigen Darlegungen aber den Schluß ableiten, daß es angezeigt ist, soviel als nur möglich und so schnell als nur möglich Radium zum Verkauf zu bringen. Der Schaden, der durch Entwertung des Urans<sup>2)</sup> hervorgerufen werden würde, kann durch den Nutzen am Radium ausgeglichen werden. Wenn Österreich auch kein Weltmonopol für Radium hat, so kann es infolge des Gehaltes seiner Lagerstätten den Weltmarkt doch beherrschen.

<sup>1)</sup> Die Mängel dieser Schätzung des Konsums sind mir natürlich vollkommen klar, wie mir auch die Ungenauigkeit, die dem ersten Versuch einer beiläufigen Vorratsberechnung anhafter, klar vor Augen liegt. Ich bin aber der Meinung, daß es besser ist, mit Annäherungswerten zu operieren, als ganz ohne ziffermäßige Schätzung zu bleiben.

<sup>2)</sup> Das für die Eisenindustrie nicht wertvoller als andere schon im Gebrauch befindliche Zusätze sein soll.