schnell emporgewachsen und in steter Weiterentwicklung begriffenen Therapie mit radioaktiven Substanzen eine dauernde Förderungsstätte geschaffen werden.

Radium enthaltende Erzlagerstätten in Colorado und Utah (V. St. A.).

Von Dr. Karl L. Henning, Denver, Colo.

Als im Jahre 1858 in Gilpin County, Colo., gold- und silberhaltige Erze erschürft wurden, deren Abbau in kurzer Zeit eine derartige Bedeutung gewann, daß die in dem genannten Distrikt entstehenden mining camps Central City und Black Hawk in wenigen Jahren eine Bevölkerung von je 3000 Einwohnern ernähren konnten, ahnte wohl niemand, daß mehr als 50 Jahre später die während der letzten Jahre fast auf dem Aussterbetat stehenden Orte plötzlich wieder aufleben würden, und zwar auf Grund der begreiflichen Erregung, die die Tatsache des Vorkommens von Pechblende in der Nähe von Central City hervorrief. Wohl hatte man schon in den sogenannten Gründerjahren dieses wertvolle Erz gefunden, allein es wurde einfach auf die Abfallhalde geworfen, da man weder seinen Wert zu schätzen wußte, noch auch eine Ahnung davon hatte, was Pechblende überhaupt war. Es darf daher auch nicht wundernehmen, daß im 3. Band (Mining industry, 1870) des großen Werkes der Exploration of the 40th Parallel, Pechblende nicht erwähnt wird, trotzdem alle Erzvorkommen darin ausführlich geschildert werden und der wertvolle, allerdings sehr selten gewordene Band auch heute noch als grundlegendes Werk zur Geschichte des Bergbaus im Westen der Vereinigten Staaten dienen kann.

Durch die Tatsache nun, daß die Pechblende ein radioaktives Erz ist, sind auch die Lagerstätten in Gilpin County wieder in den Vordergrund des Interesses getreten und fünf Gruben, die Kirk-, Wood-, German-, Belcher- und Calhoun, sämtlich etwa 2 Meilen von Central City an oder nahe dem Quartz Hill, 3000 m über dem Meeresspiegel gelegen, sind als deren Hauptproduzenten zu betrachten. Allerdings sind augenblicklich nur zwei, die Belcher- und die German-Grube, in Betrieb. Ihre Ausbeute betrug vom Herbst 1911 bis Januar 1913 240 Pfund hochwertigen Erzes mit einem Gehalt von mehr als 70 % U_3O_8 , 20 Pfund Erz mit einem Gehalt von 20 %, 5 t Erz mit 2,6 % und 1 t Erz mit 2 %. Die vereinigten Gruben führen den Namen The German and Belcher Mines Co. und gehören dem Millionär Alfred J. Dupont in Wilmington, Del.

Der Schacht der German-Grube ist bis auf 200 Meter getrieben, ist aber in einer Teufe von 150 Metern blockiert. Der Gang fällt südlich und ist wie in der Kirkgrube nahezu seiger; die Belcher

Grube liegt in demselben Erzgang wie die German, mehrere Hundert Meter östlich. Der Schacht ist 70 m tief, mit Abbaustrecken in 40 und 60 m Teufe.

Das Nebengestein dieser Gruben ist ähnlich dem in der Kirk, Gneis und Glimmerschiefer. Intrusiver Andesit und Granit und schmale Gangträger von Pechblende zeigen öfters den Weg zu reichen, in Nestern auftretenden Erzkörpern. Neben Pechblende enthält das Erz Eisen und Kupferkies, neben gold- und silberhaltigen Blei- und Zinksulfiden.

Die anderen Gruben weisen hinsichtlich der Position und dem Erzbestand ähnliche Verhältnisse wie die German und Belcher auf.

Andere Vorkommen von Pechblende, die aber bis dato sehr wenig erforscht sind, wurden aus folgenden Stellen bekannt: Midletown, Conn., Glastonburg, Branchville, Conn., Marietta, S. C., im Baringer-Hill-Distrikt, Llano County, Tex., in den Black Hills, S. Dak., sowie in Mitchell County, N. C.

Wichtiger aber als die Pechblendevorkommen sind die Radium enthaltenden Carnotit-Lagerstätten in Colorado und Utah.

Carnotit, ein im Jahre 1899 von E. Cumenge und C. Friedel in jurassischem Sandstein in Montrose County, Colo., entdecktes Mineral von vorläufig noch unbestimmter Formel, bildet einen kanariengelben, ockerigen Anflug auf genanntem Sandstein, färbt an der Hand leicht ab, ist geruch- und geschmacklos und erhielt seinen Namen zu Ehren Adolph Carnots. Genaueres wurde über das Mineral erst durch die Untersuchungen von Hillebrand und Ransome (1900) bekannt, die es als eine Mischung von Uranium und Vanadin enthaltende Calcium- und Baryumverbindungen bezeichneten. Enge verbunden damit ist eine amorphe Substanz — ein Silikat oder eine Mischung von Silikaten —, die Vanadin (dreiwertig) enthält, das wahrscheinlich an die Stelle von Aluminium getreten ist.

Die Carnotitlagerstätten sind während der letzten beiden Jahre von Rich. B. Moore und Karl L. Kithil, beide vom Bureau of Mines, eingehend studiert worden; hierüber liegt ein zusammenfassender Bericht vor, dem das Nachstehende zugelegt ist¹⁾.

Die Vorkommen von Carnotitlagerstätten in Colorado und Utah sind ausschließlich auf das Gebiet westlich von der Colorado Front Range (Continental Divide) beschränkt und in folgenden Distrikten nachgewiesen:

1. Coal Creek, 14 Meilen nordöstlich von Meeker, dem County-Sitz von Rio Blanco County. Der Carnotit findet sich hier in den unteren Schichten einer Serie massiver Sandsteine jurassischen Alters, auf denen konglomeratische Sandsteine der Dakotaformation (Untere Kreide) auf-

¹⁾ A preliminary report on Uranium and Vanadium by Rich. Moore and Karl L. Kithil. (Bureau of Mines. Bulletin 70, 1913), 101 S., 2 Fig., 4 Taf.

setzen. Ferner bildet der Carnotit Inkrustationen auf verkieselten Hölzern und anderen Petrefakten.

2. *Skull Creek* in Routt County, 65 Meilen westlich von Meeker und 42 Meilen östlich von Jensen, Utah. — Rote Tone und Schiefer unterliegen hier dem Carnotit, dessen geologische Position mit dem Vorkommen im Coal-Creek-Distrikt übereinstimmt.

3. *Green River, Utah*, 10–12 Meilen von dem Orte gleichen Namens. — Der Erzdistrikt liegt in der zwischen dem Green River und dem Wasatch-Plateau gelegenen Aufwölbung, dem sog. San Raphael Swell¹⁾, die hier mehrere Hundert Meter über die Ebene emporragt. San Raphael River durchschneidet in östlicher Richtung den nördlichen Teil der „swell“, fließt hierauf südlich durch das die „swell“ von den „Riffen“ („reefs“) trennende Tal, um sich sodann östlich zu wenden und in den Green River zu münden. Die Riffe (Randschwellen) fallen durchschnittlich in einem

steinen, sowie als Inkrustierung an fossilen und verkieselten Hölzern.

Bei den Orten Lorimer und Forsman finden sich die wichtigsten Carnotitvorkommen. Auch an dem 45 Meilen südlich von Green River gelegenen Table Mountain ist Carnotit in uranium- und vanadinhaltigem Sandstein gefunden worden.

4. *Thompsons-Distrikt, Utah*. — Ungefähr 16 Meilen südöstlich von Thompsons, einer Station an der Denver & Rio Grande R. R., in Grand County, Utah, ist Carnotit gefunden worden; die Lagerstätten werden hier von der Vanadium Ores Mining & Milling Co. betrieben. Die Vorkommen bilden das Verbindungsglied zwischen jenen der San Raphael Swell im Westen und jener von Richardson im Südosten.

5. *Paradox-Valley-Distrikt*. — Das Paradox Valley liegt am Westende des Hochplateaus, das westlich von Norwood nach dem Ostfuß der La Sal Mountains abfällt. Der Dolores River be-

Fig. 1.

Winkel von 30° und werden senkrecht zur Richtung des Tales geschnitten, das die „Riffe“ von den „Swell“ durch eine Serie nahezu paralleler Rinnsale (gulleys) trennt.

Die meisten Carnotitlagerstätten sind in den Rinnsalen, die die „Riffe“ durchschneiden, aufgeschlossen; das Mineral findet sich auch hier in den von Konglomerat überlagerten Sand-

tritt das Tal im Süden und durchfließt es in nord-östlicher Richtung, anstatt dem Tale in seiner ganzen Länge und in seinem natürlichen Gefälle zu folgen; daher der Name „Paradox“.

Die Carnotitlagerstätten sind auf ein bestimmtes Areal beschränkt, dessen östliche Grenze durch eine Linie bezeichnet werden kann, die von einem Punkt etwas östlich von der Vereinigung des Dolores River mit dem Disappointment Creek, im Süden durch einen Punkt 6 Meilen westlich von Naturita und von da genau nördlich bis zum San Miguel River verläuft. Die westliche Grenze wird von den La Sal Mountains gebildet, die sich nörd-

¹⁾ Für eine ausführlichere Beschreibung des San Raphael Swell sowohl als auch der Plateaulandschaft überhaupt vgl. die klassische Darstellung in *Dutton, Geology of the High Plateaus of Utah*, 1880. Mit Atlas.

lich bis jenseits des Ortes Uranium und Gateway erstrecken. Westlich von den La Sal Mountains sind die Moablagerstätten in Utah und nördlich von diesen die Richardson- und Thompsonslagerstätten hervorzuheben; im Staate Colorado weiter jene des Long Park, 56 Meilen von Placerville, Colo., Club Ranch, 7 Meilen von Long Park, Saucer Basin, East Paradox Valley, Bull Cañon (südlich vom Paradox Valley), der McIntyre-Distrikt, südlich von Bull Cañon und bei Hydraulic, Colo. Sämtlichen letztgenannten Lagerstätten ist das Vorkommen des Carnotits in Sandsteinen gemeinsam; in vielen Lagerstätten ist aber das Mineral so geringwertig, daß eine lohnende Ausbeute wohl kaum in Frage kommen dürfte.

Die hier beigegebene Kartenskizze (Fig. 1) zeigt die hauptsächlichsten Carnotitvorkommen.

Bezüglich der Genesis dieses eigenartigen Minerals sind die Akten vorläufig noch nicht geschlossen. Die Verfasser des Bulletins Nr. 70 erwähnen zunächst die diesbezüglichen Untersuchungen von *Hillebrand* und *Ransome*¹⁾, aus denen hervorgeht, daß die Erze nach dem Orte ihres gegenwärtigen Vorkommens in irgend einer Weise hintransportiert wurden, daß die Vanadin- und Uraniumverbindungen nicht das ursprüngliche Bindemittel der Quarzkörner gewesen sein können, sondern die chemischen Verbindungen vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach den Kalzit verdrängten, der die Matrix der gewöhnlich hellfarbigen Sandsteine bildet, in denen das Erz auftritt. *Hillebrand* und *Ransome* sind der Ansicht, daß der Carnotit aus der lokalen Konzentration eines bereits im Sandstein vorhandenen Materials sich bildete und daß seine Ausscheidung als Carnotit unter Bedingungen erfolgte, die mit seinem Vorkommen an der Oberfläche und wahrscheinlich auch mit der Wirkung eines halb wüstenhaften Klimas in Beziehung stehen.

Die Verfasser weisen weiter darauf hin, daß *Hillebrand*²⁾ schon vor längerer Zeit auf das Vorkommen von Vanadin in Sandsteinen, Kalksteinen und eruptiven Gesteinen aufmerksam gemacht hat. So enthalten die Roscoelit führenden Sandsteine in der Nähe von Newmire, Colo., im Durchschnitt $1\frac{1}{2}$ % V_2O_5 und stellenweise sogar $2\frac{1}{2}$ %. In den silber- und vanadinhaltigen Sandsteinen in Eagle County, Colo., enthält das Erz ebenfalls bis zu $2\frac{1}{2}$ % V_2O_5 , aus welchen Tatsachen der Schluß berechtigt ist, daß das Vanadin in den Carnotitlagerstätten konzentriert wurde, wie denn überhaupt alle Vanadinminerale mit Carnotit vergesellschaftet sind.

Hinsichtlich der Genesis des im Carnotit enthaltenen Uraniums sind *Moore* und *Kithil* der Ansicht, daß das Metall aus dem Sandstein kam, der

entweder oberhalb oder unterhalb des Erzkörpers lagerte. Das Metall wurde aus diesen Sandsteinen ausgelaugt und mit dem Vanadin angereichert. In einigen Fällen war das Erz von einem undurchdringlichen blauen Ton unterlagert, der einen Faktor bei der Anreicherung der Uraniumverbindungen gebildet haben mag.

Wichtig erscheint den Verfassern das Vorkommen des Carnotits in sog. *bug holes*, Nestern, die hochwertige Erzkörper enthalten. Viele dieser Nester sind 30–40 Fuß lang und 2–5 Zoll im Durchmesser; die Wände sind gewöhnlich mit Quarz oder Gips inkrustiert. Fast stets münden sie in abwärts gehender Richtung in die oberen Teile eines Erzkörpers; einige wenige münden in den unteren Teil einer Lagerstätte und brechen im Erz ab. Sie enthalten hochwertiges Erz, gewöhnlich Carnotit neben Vanadinverbindungen. Das andere Ende dieser „bug holes“ mündet in eine trichterförmige Masse weichen Sandsteins, der stark mit Erz durchsättigt ist, das in das Nebengestein übergeht. Nach Ansicht *Moore*s und *Kithil*s stellen diese Nester Kanäle dar, durch die die erzhaltigen Lösungen wanderten. Wie weit diese Lösungen transportiert wurden und woher sie kamen, läßt sich zurzeit noch nicht sagen.

Über die Radioaktivität der auf den Vanadin-erzen aufsitzenden Sandsteine geben die Verfasser folgende Daten:

1. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Wilson-Grube, Saucer Basin: 1 g enthält $3,7 \times 10^{-12}$ g Radium;

2. Sandstein, 2 Fuß über dem Erz, Long Park: 1 g enthält $261,5 \times 10^{-12}$ g Radium;

3. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Skull Creek: 1 g enthält $262,8 \times 10^{-12}$ g Radium;

4. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Black Foxclaim, Bull Cañon: 1 g enthält $9,4 \times 10^{-12}$ g Radium;

5. Sandstein vom Sandsteingerölle, ebenda: 1 g enthält $105,4 \times 10^{-12}$ g Radium;

6. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Telluride Nr. 8 Grube, Thompsons: 1 g enthält $2,9 \times 10^{-12}$ g Radium;

7. Sandstein, 1 Fuß über dem Erz, ebenda: 1 g enthält $23,5 \times 10^{-12}$ g Radium.

Die größten und wertvollsten Vanadinlagerstätten, die bisher in den Vereinigten Staaten entdeckt wurden, die jedoch keinen oder nur Spuren von Carnotit enthalten, finden sich im westlichen Colorado im Gebiet der gewaltigen Kette der San Juan Mountains, in San Miguel County bei Placerville und Newmire. Schon seit 1899 bekannt, sind die Lagerstätten in der letzten Zeit naturgemäß in den Vordergrund des Interesses getreten. Vanadinhaltige Erze finden sich hier in jurassischen und triassischen Sedimenten, bestehend aus einer Serie heller Sandsteine, zwischen denen eine dünne Kalksteinschicht lagert. Die Erze treten in der untersten Sandsteinschicht auf und konnte festgestellt werden, daß das hochwer-

1) On carnotite and associate vanadiferous minerals in western Colorado, U. S. Geol. Surv. Bull. 262 (1905), S. 17.

2) Distribution and quantitative occurrence of vanadium and molybdenum in rocks of the United States. Am. Journ. Sci. ser. 4, vol. 6, 1898, S. 209–216.

tigste Erz der zwischen den Sandsteinen bestehenden Diskordanz folgt.

Bei Sawpit, zwischen Newmire und Placerville, zu beiden Seiten des Rio Grande River, im Cañon des Fall Creek, der sich unterhalb Sawpit in den Rio Grande ergießt, auf der Ostseite des Rio Grande, nördlich und südlich von Placerville und zu beiden Seiten des Leopard Creek, gleichfalls eines Nebenflusses des Rio Grande, sind kürzlich weitere Vanadinerzlagertstätten entdeckt worden.

In Huerfano County sind Vanadinerzlagertstätten im Culebra- und Sangre de Cristo-Kette nachgewiesen worden, endlich bei Cutter im Sierra County, New Mexico, und in Eagle County, Colo.

In Kalifornien hat man das Erz 5 Meilen von Kleinfelter Station nahe der östlichen Grenze von San Bernardino County gefunden.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, dürfte dem Staate Colorado die Palme für seine Carnotit-, Uranium- und Vanadinlagertstätten zuzusprechen sein. Der Zukunft freilich muß es überlassen werden zu entscheiden, ob in der Tat alle bisher entdeckten und zum Abbau in Angriff genommenen Erzlagertstätten auch wirklich gewinnbringende Resultate ergeben werden. Vorsicht und ruhige sachliche Beurteilung ist hier ganz besonders geboten, um so mehr als gerade die Carnotitlagertstätten nicht überall einen derartigen Wert in bezug auf ihren Radiumgehalt darstellen, daß auch nur die unbedeutendsten bergmännischen Vorarbeiten sich bezahlen würden. Die Verfasser des Bulletins weisen mit vollem Recht gerade auf diese Tatsache ganz besonders hin, da bereits eine Mining Company extravagante Ankündigungen über angeblich „reiche“ Fundstellen in die Presse lancierte, zum offenkundigen Zweck gewisse Leute, „die nie alle werden“, in ihre Netze zu ziehen. Ich möchte deshalb diese Skizze auch mit einer Warnung zur Vorsicht in deutschen Interessentenkreisen schließen. Diese Warnung dürfte um so mehr berechtigt sein, da im April d. J. eine sich „German Gold and Uranium Mining Company“ nennende Gesellschaft, deren Präsident ein gewisser *Hugh C. Brown* in Central City ist, einen Riesenschwindel durch den Verkauf wertloser Anteilscheine (shares) aus einem angeblich 1 Million Dollar betragenden, ausstehenden Kapital in die Wege geleitet hat. Der oben erwähnte *Alfred du Pont*, dessen Name von der erwähnten Gold Mining Company in ihren betrügerischen Machenschaften gebraucht wurde, hat bereits gegen *Brown* und einen gewissen *R. R. Wright* von Boyerstown, Pa., der den Vertrieb der Scheine übernommen hatte, Strafantrag gestellt und schwebt der Prozeß zurzeit vor einer Großjury in Philadelphia. Die Wochenschrift *Frank Leslie's Weekly* bemerkte zu der Sache kürzlich was folgt: „Ein besonders frecher Betrug, der von der Regierung verfolgt wird, ist der Gebrauch des Namens von *Alfred J. du Pont*, Vizepräsident der E. J. du Pont Powder Company, in

Verbindung mit dem Verkauf wertloser Aktien der German Gold and Mining Company, einer angeblich 1 Million Dollar werten Gesellschaft. Nach den Berichten der Postinspektoren, die den Fall untersuchten, reisten Agenten durch den Staat Delaware und erzählten den Farmern, daß Herr *du Pont* die Gesellschaft finanziere, und daß die Profite enorme seien. Ungeheure Mengen von Anteilscheinen wurden von Farmern, Arbeitern und Frauen gekauft, aber die Regierung konnte beweisen, daß die betreffende Gesellschaft ein handgreiflicher Schwindel war, und daß die Aktien nicht das Papier wert sind, auf dem sie gedruckt sind.“ — *Wright* hatte die Anteilscheine zu 1,50 bis 1,75 Dollar per Stück verkauft.

Anmerkung: Das Bulletin Nr. 70 des Bureau of Mines kann, gegen vorherige Einsendung der Portokosten, 30 Pfennig, unentgeltlich bezogen werden. Man adressiere: Director, Bureau of Mines, Washington, D. C., U. S. A.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu dem Aufsatz von Professor Dr. A. Pütter: Der angebliche Farbensinn der Insekten.

In Heft 15 dieser Zeitschrift (S. 363) nimmt *Pütter* in einem Referate Stellung zu der zwischen *v. Heß* und mir schwebenden Polemik. Im Gegensatz zu *v. Heß*, der die Bienen für total farbenblind hält, habe ich gefunden, daß sie Farbensinn besitzen und daß ihr Farbensinn eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Farbensinne eines „Rotgrün-Blinden“ (und zwar eines Protanopen) zeigt. *Pütter* meint nun, daß meine Resultate „auch bei Annahme einer Protanopie der Bienen nicht verständlich sind“, und daß meine „Versuchsanordnungen zu erheblichen Bedenken Anlaß geben“. Ich möchte mir hierzu einige kurze Bemerkungen gestatten.

I. Meine Resultate sollen deshalb *unverständlich* sein, weil die Bienen Blaugrün mit Grau verwechselten, während doch das Blaugrün „mit seiner Blaukomponente als Farbe hätte wirken müssen“.

Es genügt hier der Hinweis, daß das *gleiche* Blaugrün, welches vom Protanopen mit Grau verwechselt wird, auch von den Bienen mit Grau verwechselt wird. Ob ein Physiologe diese Farbe mit „Blaugrün“ oder mit „Grün“ bezeichnet, hängt wohl hauptsächlich von seiner Ansicht über die Theorien des Farbensinnes ab¹⁾.

II. Die Bedenken, die *Pütter* im Anschlusse an *v. Heß* gegen meine Versuchsanordnungen äußert, sind folgende:

1. Ich hätte meine Bienen nicht markiert, und so sei keine Gewähr dafür gegeben gewesen, daß die bei den Versuchen beobachteten Bienen mit den „dressierten“ Tieren identisch waren.

Ich brauche mich nicht auf Erörterungen darüber einzulassen, wie das *Gelingen* der Dressurversuche mit nicht dressierten Bienen zu erklären wäre. Denn tatsächlich *habe ich die Bienen markiert*. Die bei meinen Versuchen beobachteten Bienen waren fast ausschließlich dressierte Tiere. In meinen beiden Vorträgen

¹⁾ *Helmholtz* (Handbuch der physiol. Optik, 3. Aufl., Bd. 2, S. 122) sagt bei der Charakterisierung der Rotgrün-Blinden: „die grünblauen Töne nennen sie grau“.