

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Dr. Ludwig Haberer, k. k. Senatspräsident i. R., Wien,

Gustav Kroupa,

k. k. Bergrat in Wien,

Franz Kieslinger,

k. k. Oberbergverwalter in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Karl Balling, k. k. Bergrat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard Doležal, o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien; Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Carl R. v. Ernst, k. k. Hof- und Kommerzialrat in Wien; Willibald Foltz, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Karl Habermann, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Hans Höfer, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Josef Hörhager, Hüttenverwalter in Turrach; Adalbert Kás, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Pöfing; Johann Mayer, k. k. Bergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn; Franz Poech, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl A. Redlich, a. o. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. Karl von Webern, k. k. Sektionschef im k. k. Ackerbauministerium und Viktor Wolff, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

Verlag der Manzschen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis:** jährlich für Österreich-Ungarn K 28,—, für Deutschland M 25,—. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Über Gewinnung elektrischer Energie aus Tiefbohrlöchern. — Verflüchtigung des Goldes. — Nachweisung über die Gewinnung von Mineralkohlen (nebst Briketts und Koks) im August 1907. — Bergbau- und Hüttenproduktion Spaniens. — Mineral- und Metallproduktion Belgiens. — Metall- und Kohlenmarkt im Monate September 1907. — Erteilte österreichische Patente. — Notizen. — Literatur. — Amtliches. — Ankündigungen.

Über Gewinnung elektrischer Energie aus Tiefbohrlöchern.

Vom Geheimen Bergrat Tecklenburg, Darmstadt.

Vortrag, gehalten auf der XXI. Wanderversammlung der Bohringenieur in Hamburg am 3. September 1907.

Auf unserer letzten Wanderversammlung in Nürnberg habe ich „über die Nutzbarmachung nicht fündiger Bohrlöcher zur Mineralquellen“ gesprochen. Mein Vortrag wurde in fast alle deutschen, in österreichische¹⁾, rumänische, französische, belgische, englische und amerikanische Fachblätter aufgenommen und so ungemein verbreitet. Ich habe vielfache Beweise erhalten, dass meine Vorschläge in der Praxis zur Ausführung gelangten.

Meinem heutigen Vortrag lege ich aber größeren Wert bei und kann nur wünschen, dass die Anregung, die ich geben will, einen guten Erfolg haben möge, nicht in meinem eigenen Interesse, sondern im Interesse der Bohrunternehmer und im Interesse der ganzen Menschheit.

Ich habe in der Tiefbohrtechnik schon manchmal den Weg gezeigt und angebahnt, der einzuschlagen war. Viele sind gefolgt. Auch heute möchte ich auf ein neues Gebiet aufmerksam machen, auf welchem wahrscheinlich noch Großes zu erreichen ist.

Durch Tiefbohrungen kann man Süßwasser-, Mineralwasser-, Petroleum-, Gasquellen und Wärme gewinnen, warum soll man sich nicht einmal bemühen, brauchbare elektrische Energie aus dem Erdinnern heraufzuführen?

Der Magnetismus hat sich bei der Verrohrung der Bohrlöcher, wie ich bereits veröffentlicht habe, wiederholt

gezeigt. Futterröhren, welche einige hundert Meter in der Erde steckten, wurden so magnetisch, dass oben große Schlüssel daran hängen blieben.

Wir wissen, dass ein messbarer elektrischer Strom entsteht, wenn man in verschiedenen erwärmte oder verschiedenen konzentrierte Lösungen Elektroden eintaucht und durch einen Kupfer- oder sonstigen Leitungsdraht verbindet.

Wir haben in der Erde verschiedene Flüssigkeiten von nach unten zunehmender Wärme unter wachsendem Druck. Es müssen also auch in der Erde elektrische Ströme entstehen.

Vielleicht lassen sich die in der Erde mit der zunehmenden Tiefe wachsenden Temperaturen und Drucke zur Gewinnung von elektrischer Energie ganz besonders verwerten. Dabei fällt ins Gewicht, dass die Drucke sich immer gleich bleiben und bei den Temperaturen sofort nach einer Entnahme ein Nachschub stattfindet.

Atmosphärische Elektrizität. Im Weltraum entstehen wahrscheinlich ganz erhebliche elektrische Spannungen durch wechselnde kosmische Einflüsse. In der Atmosphäre finden ständige Änderungen des elektrischen Geladenseins statt.

Die Elektrizität wird wesentlich von der atmosphärischen Elektrizität abhängen. Sie dürfte bei Gewittern besondere, wenn auch ganz vorübergehende Erscheinungen

¹⁾ Siehe „Österr. Zeitschr. f. B.- u. Hüttenw.“ Nr. 46 u. 47 vom Jahre 1906.

zeigen, zumal an den Stellen, an welchen der Blitz in die Erde einschlägt. Elektrische Differenzen zwischen der Erde und ihrer Atmosphäre sind bekanntlich immer vorhanden.

Erdströme. So gut wie Windströme in der Erdatmosphäre, sind wohl auch in der Erde elektrische Ströme, die sich auszugleichen suchen. Durch geeignete Apparate kann man wahrscheinlich die Ausgleichung bewirken und die dabei entstehende Energie ausnützen.

In unserer Atmosphäre geht unter wesentlicher Mitwirkung der Sonne ein unablässiges Spiel von elektrischen Ausgleicherscheinungen vor sich. Besonders dürften von der wechselnden Belichtung der Erde durch die Sonne Erdströme konstanter Richtung erzeugt werden.

Gewisse Erscheinungen auf der Sonne, wie Steigerungen der Anzahl, Ausbreitung und Veränderlichkeit der Sonnenflecken und Sonnenfackeln und das Auftreten der Lichtsäulen und Protuberanzen beeinflussen stark die elektrischen und magnetischen Zustände der Erde. Die Polarlichter sind wahrscheinlich elektrische Ausströmungen.

Durch atmosphärische Elektrizität dürften die elektrischen Strömungen im Erdkörper, die unter der Wirkung der Sonnenstrahlen und der Drehung des Magneten „Erde“ entstehen, in ihrem Verlaufe dauernd beeinflusst werden.

Erdströme, namentlich zur Zeit der Häufigkeit der Polarlichter, beeinflussen die Telegraphenlinien und sonstigen ober- und unterirdischen elektrischen Leitungen. Sie stören manchmal das Telegraphieren stundenlang.

Geschichtliches. Mit der meteorologischen und Erdelektrizität haben sich schon viele beschäftigt. Hat doch bereits Franklin 1820 und 1821 mit seinem elektrischen Drachen Versuche gemacht.

1862 versenkte Lamont zwei Metallplatten in einiger Entfernung voneinander in die Erde und verband sie mit einer Drahtleitung, in welche er ein Galvanometer eingeschaltet hatte. Er fand elektrische Ströme in dem Draht, welche am stärksten waren, wenn die Platten in der Richtung des magnetischen Meridians in der Erde lagen.

Niaudet schrieb ein Werk, in dem die galvanischen Elemente, auch Erd- und Seeelemente, behandelt waren. Dasselbe wurde 1881 von W. P. Hauck übersetzt.

1900 veröffentlichte Prof. Dr. Weinstein eine Abhandlung über die Erdströme im Deutschen Reichs-telegraphengebiet.

Auf S. 332 u. f. der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ von 1901 brachte Herr Geheime Regierungsrat Professor Dr. Förster einen Vortrag über die Erdstromforschung, aus dem ich einige Beobachtungen bereits mitgeteilt habe.

Herr Emil Jahr, Berlin, stellte eine Anzahl Versuche in dem gedachten Sinne an, deren Resultate er in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ von 1902, Heft 10 veröffentlichte.

Herr Jahr stellte seine Versuche auf einem ebenen Terrain bei Berlin in Entfernungen bis zu 1000 m an. Die Bodenarten daselbst waren:

0 bis 0,3 m aufgefüllter Boden, 0,3 bis 2,2 m Dünen-sand, 2,2 bis 3,3 m grobkörniger Sand, 3,3 bis 6,7 m

mergeliger Lehm, 6,7 bis 8,3 m grobkörniger Diluvial-sand, 8,3 bis 15,5 m feiner Talsand, 15,5 bis 21,4 m Sand, 21,4 bis 40,0 m Diluvialsand.

Die Platten aus Eisen- und Zinkblech waren 2 m lang, 1 m hoch und $\frac{1}{3}$ m dick. Der kupferne Leitungs-draht war 1 mm dick. Er war an die Platten gelötet und mit Isolit, Gummi und geteertem Garn isoliert. An den südlichen Platten war der Draht mit Klemmschrauben befestigt. Die Platten wurden senkrecht in die Erde gestellt und mit Erde umstampft. In den Leitungsdraht wurden die Messinstrumente eingeschaltet. Die Messungen wurden zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, auch nachts, gemacht.

Platten bzw. Rohre von Eisen oder Zink wurden 1 m, 3 m, 7 m, 10 m und 40 m tief im magnetischen Meridian und Inklinationwinkel in die Erde versenkt, in verschiedenen Entfernungen von einer Platte, die 1 m eingegraben war. Die in die Erde versenkten Platten waren von Oxyd gereinigt und mit Fett wenig überstrichen. Die Resultate seiner Untersuchung stellte Jahr in folgenden Sätzen zusammen:

1. Wenn zwei gleich große Platten von gleichem Metall oder Elektrodenkohle so in feuchte Erde gestellt werden, dass die nördliche Platte tiefer liegt als die südliche, dann ist der elektrische Strom, welcher durch den die beiden Platten verbindenden Draht verläuft, in seiner Spannung größer als wenn die beiden Platten in gleicher Tiefe in der Erde oder im Wasser liegen.

2. Die größtmögliche Spannung und Stärke des Stromes in dem Verbindungsdrahte zwischen zwei in der Erde oder im Wasser lagernden Platten wird erreicht, wenn die nördliche zu der südlichen Platte im magnetischen Meridian und im magnetischen Inklinationwinkel angeordnet ist.

3. Die Spannung in dem Verbindungsdrahte von zwei Platten aus gleichem Material und von gleichen Dimensionen ist, wenn dieselben in gleicher Tiefe in der Erde oder im Wasser in der Richtung des magnetischen Meridians 400 m voneinander entfernt liegen, so groß, als wenn die nördliche von der südlichen Platte 2,1 m weit entfernt, aber 5 m tiefer als diese, d. h. im magnetischen Inklinationwinkel von der ersteren liegt.

4. Die Spannung und Stärke des Stromes in dem Verbindungsdraht von zwei im magnetischen Meridian und Inklinationwinkel in der Erde angeordneten Platten ist konstant.

5. Werden zwei Platten aus gleichem Material so im magnetischen Meridian in die Erde gelagert, dass die südliche Platte wesentlich tiefer liegt, als die nördliche, dann verläuft der Strom durch den diese Platten verbindenden Draht in der Richtung von Norden nach Süden, also in umgekehrter Richtung.

6. Die Spannung und Stärke des Stromes in dem Verbindungsdrahte von je zwei in der Erde oder im Wasser angeordneten Platten aus Material, welches in der elektrischen Spannungsreihe nach dem negativen Ende (Kupfer) zu steht, ist größer, als zwischen solchen, welche aus sog. positiven Material (Zink) bestehen.

7. Die Stromstärke im Verbindungsdraht von zwei Platten wächst mit der Größe und auch Dicke der Platten im allgemeinen, namentlich aber mit der Größe der im Süden lagernden Platte.

8. Zwischen zwei in gleicher Tiefe in der Erde angeordneten Platten von gleichen Dimensionen, aber aus ungleichem Material, z. B. Kohle und Zink, verläuft durch den Verbindungsdraht derselben der Strom immer von der Kohle nach dem Zink. Die Spannung des Stromes in dem Verbindungsdraht von gleichen Platten aus ungleichem Material ist dann größer, wenn die sog. negative Platte im Süden lagert, als wenn umgekehrt die sog. positive Platte dort angeordnet ist.

9. Eine Oxydschicht, selbst von geringer Stärke, auf Metallplatten, welche in die Erde oder in Wasser gestellt werden, verändert für sehr lange Zeit die Größe der Spannung und Stärke des Stromes, welcher in dem die Platten verbindenden Drahte verläuft, wesentlich, u. zw. in der Weise, dass z. B. in dem Verbindungsdrahte von zwei Platten aus gleichem Materiale, von denen aber die eine mit solcher Oxydschicht im geringen Grade und nur teilweise bedeckt, die andere aber davon vollständig frei ist, der Strom immer von der oxydierten Platte nach der unoxydierten verläuft.

10. Durch Anordnung von je zwei Plattenpaaren aus gleichem Material, welche durch dünne Zwischenschichten von Erde oder dergl. getrennt sind, in der Weise, dass das südlich gelegene Plattenpaar mit dem nördlich von diesem befindlichen Paare im magnetischen Meridian und Inklinationswinkel liegt, vermag man die Ströme zu addieren. Aber auch zwischen Plattenpaaren, welche nicht im Inklinationswinkel angeordnet sind, vermag man eine Addition der Spannung bis zu einem gewissen Grade zu erreichen.

In der „Ungarischen Montan-Industrie- und Handelszeitung“ vom 1. Juli 1906, veröffentlichte Herr Ingenieur K. A. Lotz, Charlottenburg, Ansichten, welche mit den bereits ausgesprochenen zum Teil übereinstimmen.

Eigene Versuche. Die Anregung zu eigenen Versuchen habe ich nicht durch die früheren Veröffentlichungen erhalten, sondern ich bin selbst auf den Gedanken, die elektrischen Erdströme zu verwerten, gekommen.

Ich habe in verschiedenen Bohrlöchern, die stundenweit von elektrischen Erdleitungen entfernt waren, Versuche angestellt. Das erste Bohrloch war nur 14 m tief und $3\frac{1}{2}$ m mit Wasser gefüllt, ohne Verrohrung. Das zweite Bohrloch war 56 m tief, 40 m mit Wasser gefüllt und 46 m tief mit eisernen Röhren ausgekleidet.

Der Apparat bestand aus einem Bleizylinder, 15 cm lang und 5 cm dick oder statt dessen aus zwei Messingmütern von zirka 10 cm Durchmesser außen und 7 cm im Lichten. Ferner wurde ein Messingstab von 60 cm Länge und 1 cm Stärke verwendet. Als Verbindungsdrähte dienten ein dunkelgrauer 100 m langer umspinnener und mit Wachs isolierter Kupferdraht von 1 mm Durchmesser und ein ebensolcher hellgrauer von 70 m Länge. Sodann wurden in einem Bohrmeisterhäuschen ein Voltmeter und

ein Ampèremeter aufgestellt. Auch ein kleiner Widerstand war vorhanden.

Als der Bleikörper an dem Draht in das Bohrloch 1 versenkt und der Stab in einer Entfernung von 50 m in die feuchte Erde gesteckt wurde und die Messinstrumente in die verbindenden Drähte eingeschaltet waren, zeigten dieselben $\frac{6}{100}$ Volt und $\frac{1}{1000}$ Ampère.

Wurden statt des Bleizylinders die Messingschrauben in Bohrloch 1 versenkt, der Messingstab in der Erde stecken gelassen und beide verbunden, dann zeigte das Voltmeter $\frac{10}{100}$ Volt, das Ampèremeter $\frac{1}{1000}$ Ampère. Wurde statt des Messingstabes die eiserne Röhre mit dem einen Drahtende verbunden, dann zeigte das Voltmeter $\frac{24}{100}$ Volt, das Ampèremeter $\frac{1}{1000}$ Ampère. Die Stromrichtung war aber umgekehrt wie vorher, so dass man am Voltmeter umschalten musste. Wurden die Messingschrauben und der Stab angewendet, dann zeigte das Voltmeter $\frac{14}{100}$ Volt. Das Resultat war: Ein in das tiefere Bohrloch von 56 m versenkter Körper mit einem zutag versenkten Körper verbunden, zeigte wesentlich mehr Ausschlag, als derselbe in das 14 m tiefe Bohrloch versenkte und ebenso verbundene Körper.

Die Tiefen von 40 und 50 m zeigen noch keine großen Verschiedenheiten von der Oberfläche. Ganz anders dürfte sich das Verhältnis in Tiefen von 1000 bis 1500 m gestalten.

Das Versenken der Metallkörper kann in verschiedenen Höhen in Bohrlöchern, Bergwerken, Brunnen oder sonstigen Ausgrabungen erfolgen. Von Einfluss auf die elektrischen Ströme sind: 1. Metall, Form und besonders Größe der Körper; 2. Form, Größe und Tiefe der Bohrlöcher und, ob dieselben leer oder mit Gebirge wieder verfüllt sind; 3. Topographische Höhenlage der Bohransatzpunkte, Entfernung von Quellen, Flüssen, Seen, Meeren; 4. Trockenheit, Feuchtigkeit oder Flüssigkeitsausfüllung der Bohrlöcher; 5. Temperatur- und Druckverhältnisse in den Bohrlöchern besonders über der Sohle (im Innern der Erde denken wir uns heißflüssige Gebirgsarten und besonders Metalle); 6. Gebirgs- bzw. Gesteinsart z. B. Thon, Sand, Kies, Schiefer, Sandstein, Kalk, Erz, Kohle, Salze und dergl., in welchen die Bohrung ausgeführt ist; 7. Art der Flüssigkeit, welche sich in dem Bohrloch befindet, z. B. Wasser, Mineralwasser, Sole, Erdöl und dergl.; 8. Entfernung der Metallkörper voneinander, Lage der Betriebspunkte zum magnetischen Meridian und Inklinationswinkel; 9. Art und besonders Isolierung der Leitungsdrähte; 10. Art der Verrohrung bei Bohrlöchern und des Ausbaues bei Bergwerken; 11. Witterungsverhältnisse der Erdatmosphäre, Wolkenbildung, atmosphärische Elektrizität, z. B. bei Gewittern, bei Trockenheit in den verschiedenen Jahreszeiten u. s. w.; 12. Erdbeben, Vulkanausbrüche; 13. Stand der Gestirne und Einfluss derselben auf die Erde u. a.

Die lebendige Kraft der Erdrotation mag auf die Energie der Ströme auch ihren Einfluss ausüben.

Die wesentlichste Verschiedenheit zwischen meinen Versuchen und denjenigen des Herrn Jahr bestehen darin,

dass Herr Jahr Rohre bis 40 *m* in die Erde trieb und oben über Tag mit dem Leitungsdraht verband, ein Verfahren, welches ich prinzipiell vermeiden möchte. Ich will ein Aufnahmerohr, wie ich es einmal nennen will, 1000 bis 1500 *m* in die Erde versenken und bis 20 *m* hoch, auch wohl noch höher, als Stromaufnehmer verwenden, dann den aufgenommenen Strom durch einen gegen Wasser und Sohle vollständig isolierten Draht nach oben leiten, nachdem ich sämtliche Bohrlochsverrohrungen, durch welche etwa ein Ausgleich der Elektrizität in unteren und oberen Erdschichten stattfinden könnte, ausgezogen habe.

Der Ohm'sche Widerstand in dem langen Leitungsdraht muss natürlich berücksichtigt werden.

Weitere Versuche. Ich selbst kann leider die erforderlichen Versuche nicht durchführen. Die tiefen Bohrlöcher, in denen man die Versuche machen müsste, stehen mir nicht zur Verfügung. Große Bohrunternehmer oder Bohrgesellschaften sollten aber die Sache aufgreifen. Sie sind durch ihre Tiefbohrungen in der Lage, in den verschiedensten Gesteinen und in großen Tiefen Untersuchungen anzustellen.

Es ist gar nicht viel nötig. Man senkt in ein Bohrloch von 1000 *m* Tiefe einen hohlen Kupferzylinder von 20 und mehr Meter Länge hinein. Einen gleichen Kupferzylinder versenkt man zu Tag in feuchte Erde in der Umgebung des Bohrloches. Beide Zylinder verbindet man durch einen gut isolierten Kupferdraht. Wenn man an geeigneter Stelle die nötigen Messinstrumente einschaltet, dann lassen sich Ampère und Volt ablesen. Ist der Strom stark genug, dann lädt man damit einen Akkumulator und die Maschine für Kraft, Wärme und Licht ist fertig.

Die Nutzbarmachung des elektrischen Erdstromes wird meiner Ansicht nach am besten gelingen, wenn man recht große Körper anwendet und einen derselben in große Tiefen versenkt.

Wir haben ein Bohrloch von 2000 *m* Tiefe, verschiedene von 1400 bis 1700 *m* Tiefe gehabt. Bohrlöcher von 1000 *m* Tiefe sind heute keine Seltenheit mehr. Wir fanden in den Tiefen Temperaturen von 40 bis 62° C und einen Druck von 100 bis 200 *at*.

Der Durchmesser der Hohlzylinder muss so groß sein, dass der Zylinder eben noch in das Bohrloch bis auf die Bohrsohle frei niederfällt und sich auf dieser aufstellt, auch leicht und bequem wieder aufgezogen werden kann. Der gewöhnliche äußere Durchmesser dürfte 5 bis 10 *cm* sein, da die Bohrlöcher von 1000 bis 1500 *m* Tiefe gewöhnlich noch diesen Durchmesser haben.

Die Aufnahme- oder Sammelfläche bietet nur der versenkte Kupferzylinder, der aus an- und abschraubbaren Stücken von 1 bis 8 *m* Länge bestehen und mit rauher Oberfläche, wie z. B. bei der Akkumulatorenbatterie von Pollak versehen sein kann. Das oberste Zylinderstück müsste einen Bügel zur Befestigung des gegen Wasser und Sole gut isolierten Kupferdrahtes haben. An dem Zylinder und Bügel dürften wegen der elektrochemischen Wirkung zweier Metalle keine Löt-

stellen sein. Die Zylinderstücke müssen also aus gezogenem Kupferrohr bestehen. Der Bügel müsste aus dem Rohr geschmiedet oder mit demselben durch Kupferrieten verbunden sein. Die Aufnahmefläche könnte beliebig vergrößert werden.

Für die Messungen dürfte das Universal-Präzisionsinstrument für Gleichstrom für Stromspannungs- und Widerstandsmessungen, wie dasselbe auf Seite 22 des neuesten Katalogs von Alfred Schöller in Frankfurt a. M., Gartenstraße 47E abgebildet und beschrieben ist, das geeignetste sein. Dasselbe kostet ungefähr *M* 245,—.

Man könnte ja auch durch zwei isolierte Leitungsdrähte den in die Erdtiefe versenkten Körper mit dem auf der Erde eingegrabenen Körper verbinden.

Auch kann man vielleicht schon einen ganz erheblichen elektrischen Strom erzielen, wenn man eine in der Erde steckende eiserne Rohrtour von großer Länge durch einen isolierten Draht mit einem zu Tag in die feuchte Erde versenkten Körper verbindet.

In Bädern sind manchmal die Bohrlöcher sehr dicht beieinander und mit Rohrtouren von gleichen oder verschiedenen Metallen, z. B. Eisen oder Kupfer, ausgekleidet. Wenn man zwei solcher Rohrtouren mit einem isolierten Draht verbindet und Messinstrumente einschaltet, kann man wahrscheinlich schon ganz wichtige Beobachtungen über die elektrischen Erdströme machen.

Verschiedene Metalle. Für weitere Versuche dürfte es sich selbstverständlich zunächst empfehlen, nur gleiche Metalle zu verwenden. Bei Anwendung verschiedenartiger Metalle, worauf ich doch auch aufmerksam machen möchte, werden, wie bei einem galvanischen Element, unter allen Umständen Ströme entstehen, die aber durch die Verschiedenartigkeit der Metalle bedingt sind. Die Feststellung, ob wirklich reine Erdströme vorhanden sind, wird dadurch erschwert.

Verwendet man Körper von verschiedenen Metallen, dann muss das dem negativen Ende der Spannungsreihe am nächsten liegende Metall an der südlich gelegenen Stelle, das dem positiven Ende am nächsten liegende Metall an der nördlichen Stelle versenkt werden.

Die galvanische Spannungsreihe ist: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Quecksilber, Silber, Kohle, Graphit. Zink wird positiv, Kupfer negativ elektrisch.

Je größer der Abstand der Metalle in der Spannungsreihe ist, desto größer ist ihre elektrische Differenz.

Setzt man die Spannungsdifferenzen zwischen Zink und Kupfer = 100, dann ist die zwischen Zink und Eisen = 74,7, zwischen Eisen und Kupfer 31,9.

Man kann in der nassen Erde kolossal große Elemente herstellen und vielleicht auch bereits vorhandene Metallanhäufungen verwenden.

Von wesentlichem Einfluss ist es, ob die Körper von verschiedenen Metallen in Flüssigkeiten und eventuell in welche Flüssigkeiten sie getaucht werden. In den meisten Bohrlöchern ist Wasser, in manchen Mineralwasser mit oder ohne Kohlensäure, in anderen Sole, oft von hohem Prozentgehalt. Auch Petroleum und Kohlenwasserstoff können von Einfluss sein.

Um bei Anwendung verschiedener Metalle einen recht starken Strom zu erhalten, wird man also

1. den einen Körper recht groß nehmen, ganz rein machen und möglichst tief in die Erde versenken;

2. zwei Metalle zu den empfangenden Körpern verwenden, die in der Spannungsreihe recht weit voneinander stehen;

3. den zweiten Körper ebenfalls recht groß, vollständig gereinigt an der Erdoberfläche in feuchte Erde versenken;

4. beide Körper mit einem gut isolierten Kupferdraht verbinden, in dem ein Galvanometer eingeschaltet wurde.

Isolierung. Es ist großer Wert darauf zu legen, dass der Leitungsdraht gut isoliert ist.

Gummiisolierung eignet sich wohl in Wasser und manchmal salzigem Wasser am besten.

Kabel, bei denen jedoch Blei als Schutzmittel angewendet wird, dürften für die Versuche weniger zu empfehlen sein.

Schluss. Die Bohrlöcher, besonders die tiefen, sollten überhaupt mehr wissenschaftlich-praktisch untersucht werden, es sollten mehr Versuche angestellt werden, welche eine Ausnützung nichtfündiger Tiefbohrlöcher, die einmal das viele Geld gekostet haben, anbahnen.

Selbstverständlich können und werden wohl auch noch andere Methoden als die vorgeschlagenen, zur Gewinnung elektrischer Energie aus der Erdtiefe zur Anwendung kommen.

Ich wollte nur dazu auffordern, die erwähnten Versuche zur Gewinnung elektrischer Energie in erster Linie in Tiefbohrlöchern und dann in tiefen Bergwerken vorzunehmen.

Auch bin ich gerne bereit, Versuche mitzumachen, sofern man mich zuziehen will.

Was kann im günstigsten und was im ungünstigsten Falle geschehen?

Im günstigsten Falle können wir Kraft-, Wärme- und Lichtquellen in der Tiefe der Erde auffinden, die von enormer Bedeutung für die ganze Menschheit sein würden und im ungünstigsten Falle sind einige Hundert Mark durch die Versuche verloren. Die angewendeten Apparate behalten ja auch nach den Versuchen noch einen großen Teil ihres ursprünglichen Wertes.

Wenn gute Resultate erzielt werden, können wohl auch Patente gewonnen und verwertet werden.

Die erdmagnetischen Kräfte, die Deklination, Inklination und Horizontalintensität sind in vielen Orten mit größter Genauigkeit bestimmt worden. Warum will man nicht der viel wichtigeren Erdelektrizität ein gleiches Interesse zuwenden? Auch die Staatsbehörden dürften dem Gegenstand Beachtung schenken.

In so große Tiefen wie 1000 und mehr Meter hat noch niemand Metallkörper in der gedachten Weise versenkt. Ein absprechendes Urteil über die elektrischen Erscheinungen, welche in solchen Tiefen eintreten, ist also bis jetzt nicht möglich.

Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass mit geeigneten Apparaten viel elektrische Energie der Erde abgewonnen werden kann. Nur durch Versuche kann der richtige Weg gefunden werden.

Es sind gewiss glänzend günstige Resultate zu erzielen, wenn wir uns ernstlich mit der Aufgabe beschäftigen.

Die Lösung dieser Frage ist „des Schweißes der Edlen“ wert.

Verflüchtigung des Goldes.

Von Dr. T. K. Rose, Chemiker der königl. Münze in London.

Es ist längst bekannt, dass beim Schmelzen des Goldes infolge Verflüchtigung Verluste eintreten, bisher wurde aber die Größe der Volatisationsabgänge nicht genau festgestellt. Moissan hat seinerzeit mitgeteilt¹⁾, dass das Gold im elektrischen Bogen rasch destilliert werden könne, und Gründe dafür angeführt, dass der Siedepunkt des Goldes bei atmosphärischem Luftdrucke ungefähr bei 2530° liege. Man hat ermittelt, dass das Gold bei dieser Temperatur binnen weniger Minuten mehr als 50% seines Gewichtes verliere. Im Jahre 1893 habe ich mitgeteilt²⁾, dass reines Gold im gewöhnlichen Schmelzofen bei einer Temperatur von knapp 1100° sich zu verflüchtigen beginne und dass der Goldverlust pro Minute bei 1250° viermal größer sei, als bei 1100°. Ich habe damals auch gefunden, dass die Gold-Kupfer-Standardlegierung (916,6 Tausendteile) flüchtiger sei als reines Gold und dass die Legierung verhältnismäßig

mehr Kupfer als Gold verliere, obgleich, infolge von Gasabsorption oder anderer Verunreinigungen während des Schmelzens, eine Erhöhung des Feingehaltes nicht in allen Fällen bemerkbar wird. Die Temperatur der Schmelztiegel im Schmelzgraden der Londoner Münze wurde wiederholt unmittelbar vor dem Gießen gemessen und zwischen 1100° und 1200° festgestellt. Der Schmelzpunkt des Goldes ist 951°.

Der Goldverlust durch Verflüchtigung ist je nach der Größe der Oberfläche des Metallbades verschieden; nach Versuchen im Kleinen zu schließen, beträgt der Goldabgang ungefähr 2‰₁₀₀ pro Stunde bei 1200° und einer Tiegelcharge von 1200 Unzen (37,32 kg).

Die Größe des Verlustes während des Schmelzens hängt jedoch nicht ganz von der Temperatur und der Zeit ab. Ein über die Oberfläche des geschmolzenen Metalls streichender Luftzug steigert in hohem Maße die Verflüchtigung, weshalb die Lüftung des Tiegeldeckels ihre Größe vermehrt. Auch die Verunreinigungen im Bullion verursachten größere Verluste, da sie beim Schmelzen

¹⁾ Comptes rendus, 141. Bd. (1905) S. 977.

²⁾ Chem. Soc. Journ. 63. Bd. (1893) S. 714.