

Im ersten Flöz: streichender Pfeilerbruchbau, streichender Pfeilerbau mit Versatz und streichender Stoßbau, im zweiten Flöz: streichender Pfeilerbruchbau und streichender Pfeilerbau mit Versatz.

Prinzipiell erfolgt der Abbau bis zur Grundstrecke, um dieselbe abwerfen zu können. Dort, wo die Liegendstrecken den Flözstrecken noch nicht nachgefolgt sind, wird der Kohlenpfeiler zwischen zwei Sohlen nur bis zur Wetterstrecke herunter abgebaut, während dieser 10 bis 16 m hohe Grundstreckenpfeiler gleichzeitig mit dem Abbau zwischen den beiden nächst tieferen Sohlen mitgenommen wird.

Beim streichenden Pfeilerbau mit und ohne Versatz (Fig. 7, 8, 9) erfolgt die Kohlegewinnung wie folgt:

Zunächst wird ein Schutt an der Sohle mit einer lichten Breite von 2 m bis zur nächst höheren Sohle durchgetrieben, in diesem 1 m hohen Schutt wird längs den Mittelstempeln eine Verschalung hergestellt, und es dient dann eine Abteilung zur Fahrweg und die andere zur Abförderung der Kohle.

Von der oberen Sohle wird dann gegen die untere zu der Schutt auf die ganze Kohlenmächtigkeit derart nachgenommen, daß ein Häuer an der Firste 1 m im Streichen ausschramt, und mit dieser Arbeit im Verflachen des Flözes fortschreitet, während zwei weitere Häuer die Brustkohle teils von Hand aus, teils mit Abbauhämmern gewinnen. Den beiden letzteren Häuern obliegt auch die definitive Zimmerung, während der Schrammhäuer nur kurze Stempel einbaut und die Firste versichert. Sind nun so 2 m im Streichen zwischen den beiden Sohlen gewonnen, so werden diese beim Versatzbau verschalt und mit Bergen vollversetzt. Beim Bruchbau findet ein Verschalen auch statt, doch nicht so regelmäßig, da hier die Verschalung lediglich die bei einem etwaigen Verbruch in den Abbau hereinrollenden Berge abzuhalten hat.

Die Sicherung der Abbaue erfolgt durch halbrunde, vier Meter lange Kappen, die im Abstände von 1 m im

Verflachen eingebaut und durch vier Stempel unterbühnt sind. Diese Stempel sind teils in der Sohle eingebühnt, teils sind sie auf Grundsohlen verlagert und gegeneinander abgespreizt.

Der Versatzbau ist aus folgenden Gründen dem Bruchbau vorzuziehen:

1. Findet ein reineres Auskohlen statt, womit die Feuersgefahr vermindert wird.
2. Die Sicherheit ist größer.
3. Wird eine größere Leistung erzielt.
4. Die schwierige Erhaltung der Fluchtstrecken entfällt.

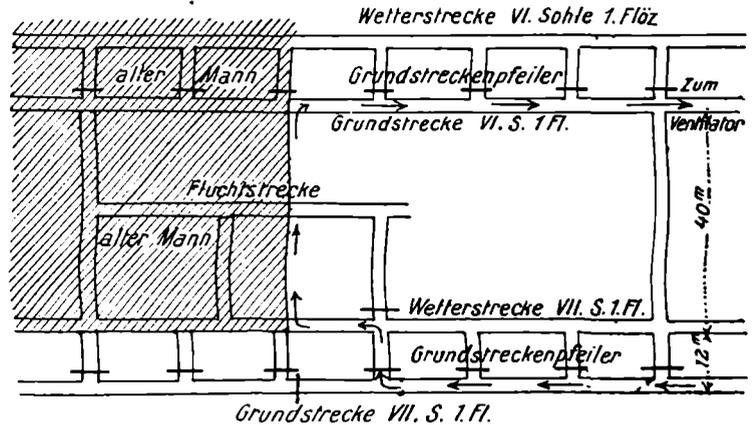


Fig. 9.
Pfeilerbruchbau.

5. Die Ausförderung der Berge aus den Liegendstrecken entfällt, da diese als Versatzmaterial in der Grube verbleiben. Bei mächtiger Kohle wird der scheibenweise Abbau angewendet, indem zunächst die untere Partie mit vollem Versatz gewonnen wird. Ist der ganze in Betracht kommende Pfeiler so abgebaut, so wird an die Auskohlung der oberen Partie geschritten. Diese wird hier mittels streichenden Stoßbau gewonnen. Die Beschreibung des Stoßbaues ist bereits beim Grubenbetrieb „Juliuschacht“ erfolgt.

(Fortsetzung folgt.)

Eine elektrodynamische Methode zur Erforschung des Erdinnern.*)

Von Heinrich Löwy und Gotthelf Leimbach.

(Zweite Mitteilung.)¹⁾

Nachweis eines Grundwasserspiegels.

Im Dezember 1910 haben wir aus den Alkaliwerken in Ronnenberg bei Hannover nach der benachbarten „Gewerkschaft Deutschland“ in Weetzen durch das zwischenliegende Gestein (Salze, Anhydrit, Ton) hindurchtelegraphiert. Sender und Empfänger waren in Tiefen von 560 m bzw. 450 m (in den mit 1210 bzw. 0 bezeichneten Strecken Fig. 1) aufgestellt. Der mittler-

weile fertiggestellte Verbindungsquerschlag war um jene Zeit erst bis zu den in Fig. 1 bezeichneten Punkten, d. i. auf eine gegenseitige Distanz von 360 m vorgetrieben. Beiderseits wurden symmetrische Antennen von 2×80 m Länge verwandt, die horizontal an dem Gesteinsstoß entlang ausgespannt wurden. Aus Laboratoriumsapparaten, die uns von Herrn Prof. H. Th. Simon (Institut für angewandte Elektrizität, Göttingen) für die Dauer der Weihnachtsferien freundlichst zur Verfügung gestellt waren, haben wir uns einen Sender für Stoßerregung zusammengebaut.²⁾ Am Empfänger haben wir einen Bleiglanz-

*) Nach dem uns von den Autoren zur Verfügung gestellten Sonderabdruck aus Physikalische Zeitschrift, 13. Jahrgang 1912, S. 397 bis 403.

¹⁾ „Erste Mitteilung“, Phys. Zeitschr. II, 697, 1910.

²⁾ Auch den Herren Dr. H. Busch und Dr. M. Reich sind wir für freundliche Ratschläge bei Zusammenstellung der Apparatur zu herzlichem Dank verpflichtet.

Tellur-Detektor benutzt. Das Ergebnis der Versuche, die anfangs Jänner abgebrochen werden mußten, ist in der folgenden Übersicht enthalten:

Distanz: 1210 m
 λ_0 Wellenlänge (in Luft): 700 m
 Sender { Antenne: 2×80 m
 Strom: 0,8 A
 Empfänger { Antenne: 2×80 m
 Strom: 1 Skt. (= $3 \cdot 10^{-7}$ A).

Diesen Versuch hat Herr Zenneck auf der Naturforscherversammlung in Karlsruhe — mit Hinblick auf die große Länge der verwandten Antennen — als einen Mißerfolg bezeichnet.⁶⁾ Aber es geht nicht an, ein der-

artiges Experiment so in Bausch und Bogen bloß nach der Länge der Antennen abzuurteilen. Man muß doch die gesamten Verhältnisse am Sender und Empfänger berücksichtigen, die bei unserer in Eile zusammengestellten Apparatur mancher Verbesserung fähig gewesen wären. Vor allem ist aber zu beachten, daß man sich innerhalb eines Bergwerkes in einer ganz neuartigen Situation befindet, die einen Vergleich mit dem analogen Versuche über Erde nicht ohne weiteres gestattet. In derselben Ebene wie die Antenne ist ein weitausgedehntes Schienennetz ausgebreitet, das die Ausstrahlung in ungünstiger Weise beeinflußt; und wir müssen den Direktoren der genannten Werke zu besonderem Danke verpflichtet sein, daß sie uns wenigstens in den Strecken, wo die Antennen aus-

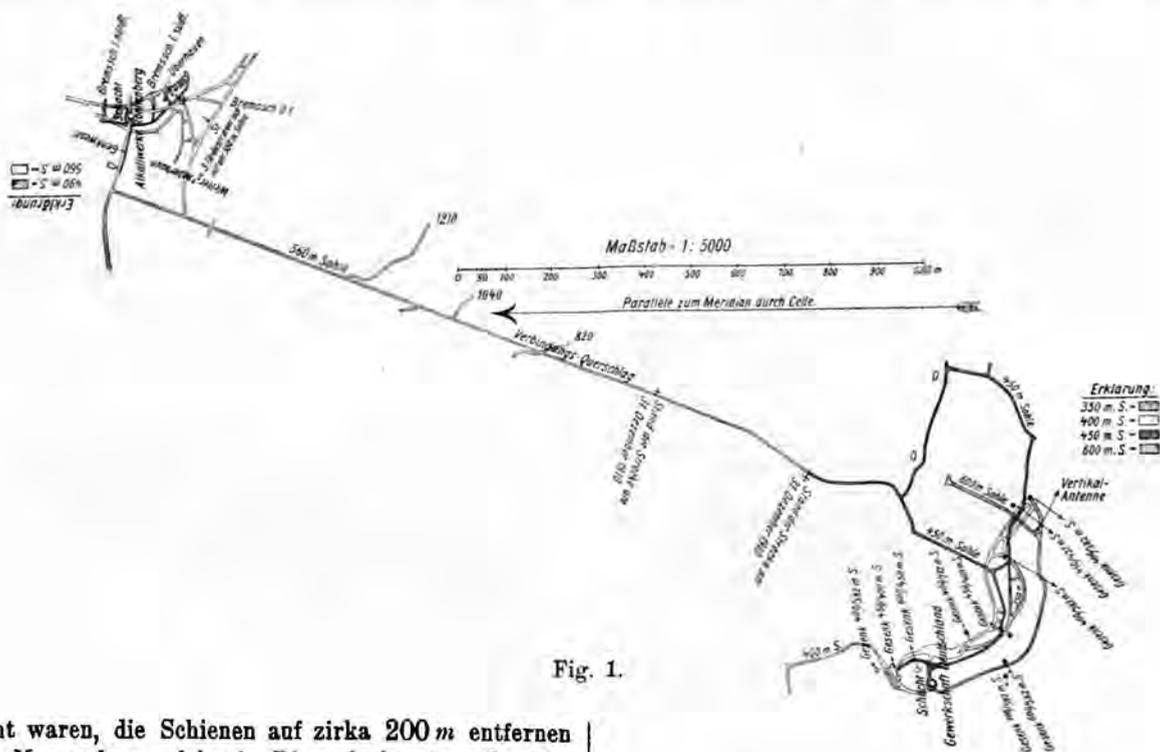


Fig. 1.

gespannt waren, die Schienen auf zirka 200 m entfernen ließen. Man nehme solch ein Riesendrahtnetz und stelle dasselbe senkrecht zum Erdboden neben eine der in der gewöhnlichen drahtlosen Telegraphie verwandten Antennen und reihe mehrere derartige Kulissen in einigem Abstände — entsprechend den verschiedenen Etagen eines Bergwerkes — aneinander, so hat man ein beiläufiges Bild von den Verhältnissen in einem Bergwerk. Noch ein anderer Umstand tritt hinzu: Bei horizontalen Antennen kommen die direkt durch das Gestein hinlaufenden Wellen mit den an der unteren Begrenzungsfläche des Grundwasserspiegels reflektierten zur Interferenz, wodurch bei bestimmten Werten der Distanz- und Wellenlänge ausgeprägte Minima der Empfangswirkung entstehen. Über diesen Nachweis, der eine erste praktische Anwendung

der Reflexionsmethode darstellt, soll im folgenden berichtet werden.⁴⁾

Im Jänner 1912 haben wir, ausgerüstet mit Apparaten nach dem neuen Telefunken-system, die uns von der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie“ (Berlin) in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellt wurden, die Versuche zwischen Ronnenberg und Weetzen wieder aufgenommen. Diesmal wurde der Sender in Weetzen (Strecke 0 Fig. 1), der Empfänger in Ronnenberg

⁴⁾ Einen ersten Bericht habe ich auf freundl. Aufforderung von Herrn Prof. Pompeckj am 29. Jänner in dem von ihm geleiteten geologischen Colloquium (Göttingen) gegeben; ferner am 12. März in einem Vortrag im „Elektrotechnischen Verein in Berlin.“ Löwy.

⁶⁾ H. Löwy, „Die Fizeausche Methode zur Erforschung des Erdinnern“. Phys. Zeitschr. 12, 1001, 1911. Als Distanz habe ich in diesem Vortrage irrtümlicherweise 1800 m angegeben.

(Strecke 1040) aufgestellt. Das Ergebnis der ersten Versuche lautet:

Distanz: 1040 m; λ_0 Wellenlänge (in Luft):
520—525 m.

Sender	Antenne:	2×50 m	2×25 m (mit Lutten)
	Strom:	2.6 A	2.4 A
Empfänger	Antenne:	2×50 m	2×50 m
	Strom:	46.7 Skt	53 Skt.

(1 Skalenteil des Empfangsgalvanometers = $3 \cdot 10^{-7}$ A.)

Wie man sieht, ist der Empfang bei einer symmetrischen Antenne von 2×25 m Länge mit angehängter Kapazität, als welche je zwei zirka 2 m lange Metallrohre von zirka 40 cm Durchmesser (sog. „Lutten“) verwandt wurden, nicht schlechter als bei 2×50 m Länge. Für die Ausstrahlung dürfte nur die eine Hälfte der Antennen in Betracht kommen, da parallel zur andern ein Drehstromkabel läuft. Bei einer Vorführung des Experiments wurde, da mittlerweile der Durchschlag zwischen beiden Werken erfolgt ist, das Dammtor geschlossen, ein mächtiges Eisentor, das dazu dient, bei einem eventuellen Wassereinbruch die beiden Werke voneinander abzusperrern. Die Empfangswirkung war dieselbe.

Durch diese Versuche sind die Distanzen, welche bei praktischen Reflexionsversuchen zur Auffindung von Grundwasser in Betracht kommen, in weitem Umfange sichergestellt. Das

günstige Resultat ermutigte uns zu dem Versuche, durch Interferenz die Höhe des über uns liegenden Grundwassers zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Wellenlängen in dem Intervall $\lambda_0 = 200$ bis $\lambda_0 = 700$ m gegeben und am Empfänger die Resonanzstromstärke gemessen. Die Veränderung der Frequenz wurde im Sender durch zwei Selbstinduktionsvariometer (bestehend aus je 3 Flachspulen) vorgenommen. Im Empfänger wurde mittels eines Drehkondensators (bei verschiedenen Spulen) auf Resonanz eingestimmt. Die Nummer der Spule und Kondensatorstellung wurde angemerkt. Die Messung wurde in der Weise vorgenommen, daß am Sender und Empfänger die Zeit t_1 eines jeden Meßsignals, bestehend aus einem langen Strich, der durch eine Reihe von Punkten angekündigt wurde, notiert wurde. Am Empfänger waren ein Zeigergalvanometer (von S. & H. $1^\circ = 3 \cdot 10^{-7}$ A) und ein Telephon fortdauernd eingeschaltet, so daß kaum ein Signal verloren gehen konnte. Außer der Frequenz, die mit einem C. Lorenzschen Wellenmesser bestimmt wurde, wurden noch am Sender für jedes Meßsignal der Strom in der Antenne i_1 und der Primärstrom im Induktor (Prim.) gemessen; es wurde ferner zur Reduktion auf gleiche Antennenschwingungsenergie bei jeder Frequenz der Antennenstrom i_2 bei Zuschaltung eines selbstinduktionslosen Widerstandes (von zirka 10 Ohm) und die Zeit t_2 notiert. Als Beispiel für die Art der Messung teilen wir die Aufzeichnungen vom 6. Februar 1912 (gehörig zur Kurve Fig. 4) mit:

Sender						Empfänger				berechnet. Red. Empf.
t_1	t_2	λ_0	i_1	i_2	Prim.	Zeit	Skt.	Spule	Kondensator	
1 ^h 00	1 ^h 03	625	2.75	1.90	33	1 ^h 00	10	5	180	10.5
						1 01	10	6	5	
						1 03	14	5	180	
1 11	1 13	615	2.60	1.90	—	1 11	13	6	7	8.3
						1 12	8	6	7	
1 18	1 22	585	2.50	1.80	—	1 19	4.8	5	150	4.4
1 26	—	550	2.55	1.80	—	1 26	3.3	5	19	3.1
1 36	—	525	2.55	1.80	—	1 37	9.5	5	17	9.0
1 45	—	475	2.25	1.60	32	—	—	—	—	—
1 53	1 56	510	2.37	1.75	32	1 54	13.8	5	20	12.3
2 03	2 06	440	2.43	1.70	32	2 03	7	4	45	—
						2 04	6	5	3	
2 11	2 14	440	3.50	2.00	32	2 12	26	4	55	26.8
						2 15	3.5	4	55	
2 18	2 21	420	3.55	2.00	32	2 19	54	4	26	52.0
						2 22	9.5	4	26	
2 26	2 29	400	3.40	1.85	32	2 26	36	4	17	45.0
						2 29	5.5	4	17	
2 34	2 38	375	3.33	1.80	32	2 35	25	4	10	40.7
						2 36	30.5	3	100	
						2 38	6	3	100	
2 44	2 47	365	3.29	1.80	32	2 44	28.5	3	70	37.5
						2 47	5	3	70	
2 57	3 01	340	2.88	1.70	32					
3 20	3 22	290	2.70	1.60	32					

Lampe verlischt! Weitere Messungen unmöglich.

Die Welle $\lambda_0 = 440$ wurde um 2^h11 wiederholt, da beim ersten Male der Sender nicht eingestimmt war, wie aus dem Anstieg von i_1 hervorgeht. Dieser für die Senderapparatur charakteristische Gang von $\lambda_0 = 500$

gegen 440 m wiederholt sich in der gleichen Weise in allen Aufzeichnungen, also auch dort, wo sich bei 450 ein Minimum der Empfangswirkung befindet.

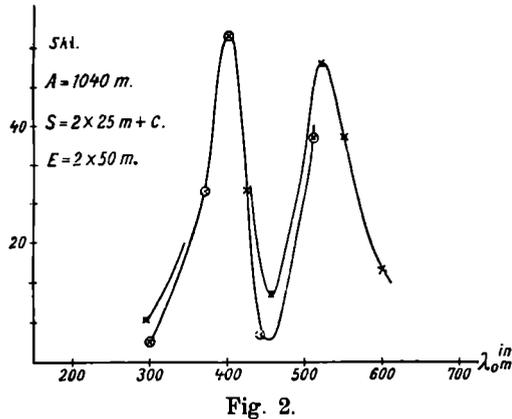
(Schluß folgt.)

Eine elektrodynamische Methode zur Erforschung des Erdinnern.*)

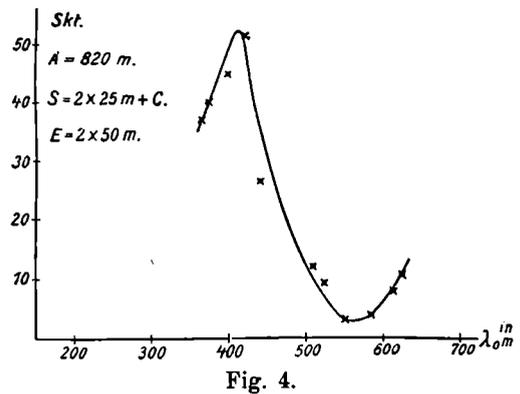
Von Heinrich Löwy und Gotthelf Leimbach.

(Schluß von S. 629.)

Bei allen Messungen war die Länge der Empfangsantenne unverändert $2 \times 50 \text{ m}$. Bei Fig. 2 und 3 war die Distanz 1040 m , die Sendeantenne $2 \times 25 \text{ m}$ lang; bei Fig. 2 mit, bei Fig. 3 ohne angehängte Lutten (als Kapazität). In Fig. 2 sind die Messungen von zwei verschiedenen Tagen (25./26. Jänner) enthalten (unterschieden durch Kreise und Kreuze).

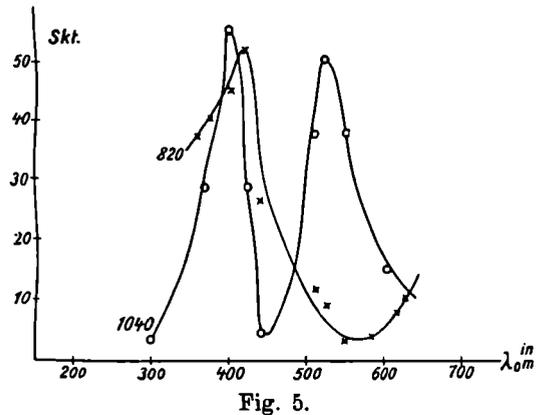
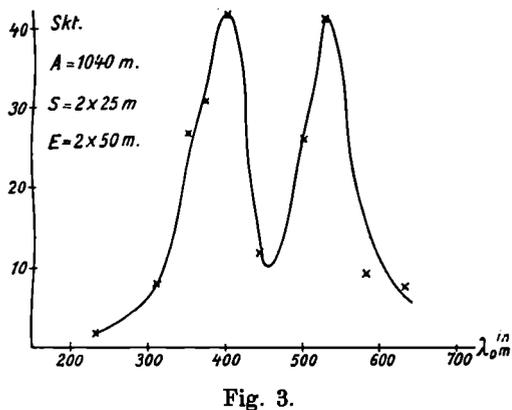


die Kurve bei Veränderung der Distanz auf 820 m (Empfänger in der Strecke 820 , Fig. 1) verändert; speziell wie das Minimum sich bei Verringerung der Distanz nach den höheren Wellenlängen (von 450 nach 550 m) zu verschiebt. Die gleiche Verschiebung des Minimums zeigen die Kurven Fig. 6, 7 (und 8), die mit Sendeantennen von $2 \times 50 \text{ m}$ Länge bei 1040 bzw. 820 m Distanz aufgenommen wurden.



Die Werte in diesen wie in allen folgenden Kurven sind auf gleiche Schwingungsenergie bezogen. Es wäre daher möglich, daß die eigentümliche Form der Kurve ausschließlich dadurch bedingt wäre, daß die Antennennutzleistung (der in Strahlung umgesetzte Teil der Energie) bei verschiedenen Frequenzen verschieden ist. In diesem Falle, wenn also die Kurve ausschließlich durch die

Diese Veränderung der Kurvenform könnte bedingt sein durch die verschiedene Extinktion der verschiedenen Wellenlängen im Gestein oder durch Interferenz. Von der Möglichkeit, daß in dem Steinsalz zwischen den Strecken 1040 und 820 eine resonanzfähige Leitermasse (etwa ein kleines Erzlager) eingeschlossen ist, wollen wir mit Hinblick auf ihre große Unwahrscheinlichkeit



Eigentümlichkeit der Sende- und Empfangsapparatur bedingt wäre, müßte ihre Form bei Veränderung der Distanz (bei sonst unveränderten Bedingungen) im wesentlichen unverändert bleiben. Fig. 4 (und noch besser Fig. 5, wo die beiden Kurven aus Fig. 2 und Fig. 4 vereinigt sind) zeigt, in welcher auffallender Weise sich

völlig absehen. Eine einfache Abschätzung zeigt, daß die Veränderung des Extinktionskoeffizienten mit der Frequenz im vorliegenden Fall zu vernachlässigen ist. Die Extinktion wird nämlich, wenn $\frac{\sigma^2}{\epsilon^2 n^2}$ klein gegen 1 ist, von der Frequenz (ν) unabhängig. Für Steinsalz

*) Nach dem uns von den Autoren zur Verfügung gestellten Sonderabdruck aus Physikalische Zeitschrift, 13. Jahrgang 1912, S. 397 bis 403.

und Anhydrit ist aber die Leitfähigkeit $\sigma \leq 10^3$, $\epsilon = 7$; $\frac{\sigma^2}{\epsilon^2 n^2}$ bei den benutzten Frequenzen von der Größenordnung 10^{-10} .⁶⁾

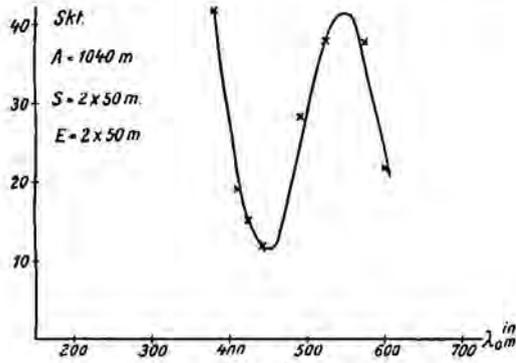


Fig. 6.

Sehen wir also die Werte für $\lambda_0 = 450$ m (bei der Distanz 1040 m) und $\lambda_0 = 550$ m (Distanz 820 m) als

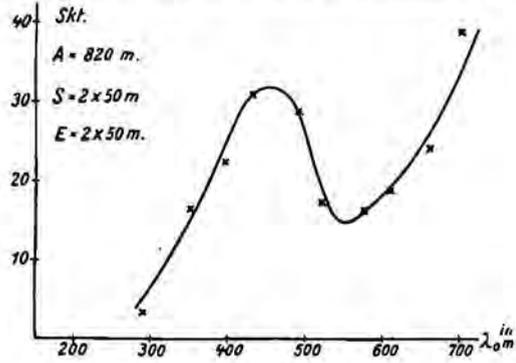


Fig. 7.

Interferenzminima an, so berechnet sich die Höhe (h) der reflektierenden Fläche

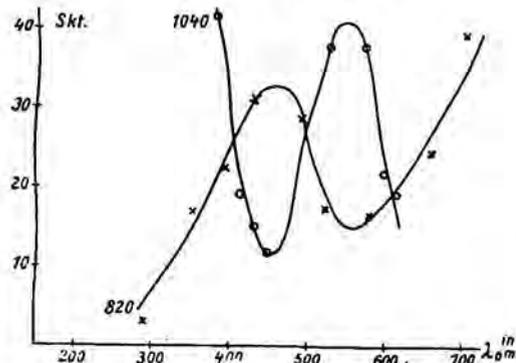


Fig. 8.

$$h = \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2}\right)^2 + \frac{\lambda}{2} d}$$

⁶⁾ H. Löwy, „Dielektrizitätskonstante und Leitfähigkeit der Gesteine“. Ann. d. Phys. 36, 125, 1911.

Für kleines $\frac{\sigma^2}{\epsilon^2 n^2}$ wird der Extinktionskoeffizient $\beta = \frac{\sigma}{2c\sqrt{\epsilon}}$ (l. c. S. 128).

(wo d die Distanz und λ die Wellenlänge im Gestein bedeutet, die etwa die Hälfte von λ_0 beträgt) aus der

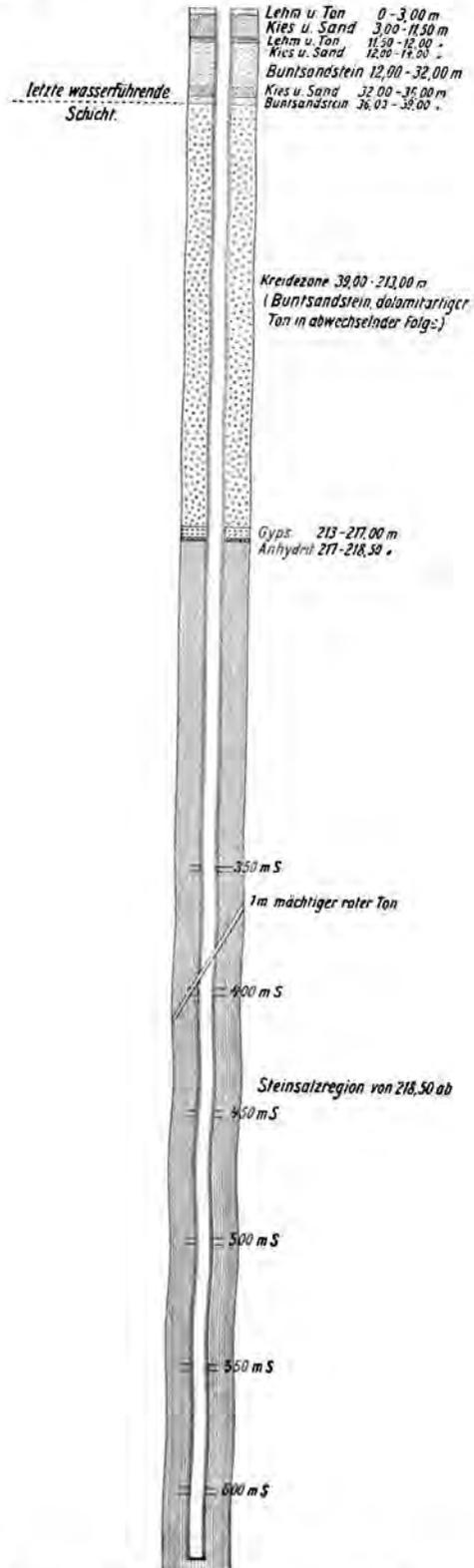


Fig. 9. Profil durch den Förderschacht der „Gewerkschaft Deutschland“ in Weetzen.

einen Reihe von Messungen ($\lambda = 225\text{ m}$, $d = 1040\text{ m}$) zu 361 m, das würde bedeuten, daß die untere Begrenzung des Grundwassers zirka 140 m unter

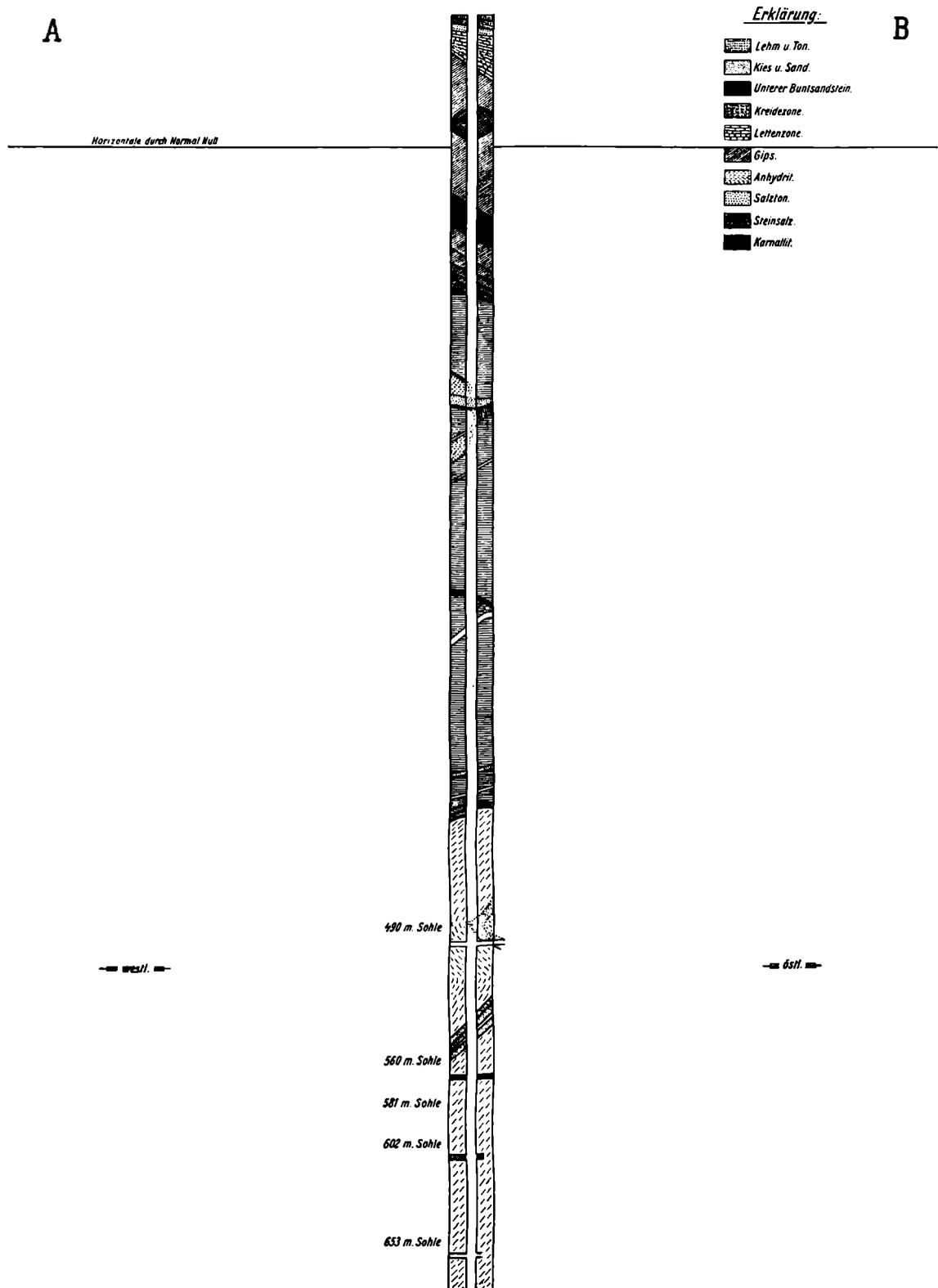


Fig. 10.
Profil durch den Förderschacht der „Alkaliwerke Ronnenberg“.

Tage liegt. Nach dem Bohrbefund in dem zirka 800 m entfernten Förderschacht der „Gewerkschaft Deutschland“ (vgl. Profil Fig. 9) liegen die letzten wasserführenden Schichten 39 m unter Tag; in dem zirka 1500 m entfernten Ronnenberger Schachte bei 140 m.

Bei Benutzung der obigen Formel haben wir die einfachste Annahme über die Lage der reflektierenden Fläche gemacht, nämlich, daß sie mit der Horizontalebene denselben Winkel einschließt wie die Verbindungslinie von Sender und Empfänger, was durch die obigen Bohrbefunde nahegelegt wird. Während das Vorhandensein der reflektierenden Fläche durch die charakteristische Verschiebung des Minimums angezeigt wird, bleibt die Bestimmung der Entfernung bis zu einem gewissen Grade willkürlich. In der Praxis, wo man an der Erdoberfläche operiert, würde man aber durch Drehen der Antennen (in der Horizontalebene) und Wechsel des Beobachtungs-ortes auch die Neigung (und Tiefe) der reflektierenden Fläche mit größerer Sicherheit bestimmen können.

Von Interesse ist, daß die reflektierten Wellen auf ihrem Wege sehr viele Schichten von verschiedenem Gestein (insbesondere Steinsalz, Anhydrit, Buntsandstein, dolomitartige Tone) zu passieren hatten. Der Schichtenwechsel ist, wie uns mitgeteilt wurde, sehr viel größer, als aus den Profilen (Fig. 9, 10), die nur ein sehr rohes Bild der wirklichen Verhältnisse geben, zu entnehmen ist. Von der hohen Durchlässigkeit von trockenem Gestein erhält man einen Begriff, wenn man erfährt, daß gar keine besondere Isolation der Sendeantenne erforderlich ist: Ein einfacher Gummiaderdraht wird über kleine Holzklötze, die mit Nägeln an der Steinsalzwand befestigt sind, an dem Gestein entlang geführt. Wenn man die Antenne an ihrem Ende oder in der Mitte „erdet“, d. h. mit dem Salzboden in leitende Verbindung bringt, so bleibt der Antennenstrom unverändert; und auch der unveränderte Wert der Frequenz läßt sich mit derselben Schärfe wie zuvor bestimmen. Doch gibt es hier Unterschiede: In dem Salzbergwerk „Carlsfund“ bei Groß-Rhüden z. B., wo die Sendeantenne an einer Karnallitwand befestigt war, mußte etwas mehr Sorgfalt auf die Isolation verwandt werden, da dieses hygroskopische Gestein sich unter dem feuchten Wetterzug mit einer leitenden Oberflächenschicht überzogen hatte.

Wir haben auch einen Versuch mit vertikalen Antennen gemacht. Die Sendeantenne bestand aus einem 30 m langen Gummiaderdraht, der mit Hilfe von trockenen Holzlatten in ein hochgehendes, völlig trockenes Bohrloch geschoben war (Fig. 1 Weetzen). Das Gegengewicht war in horizontaler Richtung ausgespannt. Das Schienennetz hat sich zum Erden als völlig unbrauchbar erwiesen, da es die Schwingung zu sehr dämpft. Die Verstärkung mißlang, vermutlich wegen der vielen eisenhaltigen Gesenke von zirka 50 m Höhe (in Fig. 1 durch kleine Kreise angezeichnet), die einen Käfig um die Antenne bilden. Auf solche Schwierigkeiten stößt man immer, sowie man sich tiefer in das Innere eines Bergwerkes begibt, das mit seinem weitverzweigten Schienennetz und den vielen Bremsschächten eine Fülle kaum übersehbarer

Störungen bedingt. Man wird daher versuchen müssen, die Antennen fern von jedem Bergwerke aufzustellen und möglichst nahe an das Grundwasser heranzurücken, um an der unteren Begrenzung desselben „erden“ zu können, wie das an anderer Stelle näher beschrieben worden ist.⁹⁾ Erst dann hat man Bedingungen geschaffen, die mit jenen über Erde einigermaßen vergleichbar sind.

Wir möchten nicht schließen, ohne den Direktionen der Alkaliwerke in Ronnenberg und der „Gewerkschaft Deutschland“ in Weetzen für das außerordentliche Entgegenkommen, das sie uns während der ganzen Dauer dieser Versuche bewiesen haben, unsern besten Dank auszusprechen. Wir danken endlich der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie“ (Berlin), die durch freundliche Überlassung der Apparate die Ausführung des Interferenzversuches ermöglicht hat.

Göttingen, März 1912.

⁹⁾ H. Löwy, „Systematische Erforschung des Erdinnern mittels elektrischer Wellen“, Zeitschr. f. praktische Geologie 19, 1911, 284, Fig. 3.

Erteilte österreichische Patente.

Nr. 53.067. — Camill Schwalb in Fischern (Böhmen). — Fangvorrichtung für Förderkörbe. — Vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fangvorrichtung für Förderkörbe jener Art, bei welcher zwei voneinander getrennt arbeitende Fangvorrichtungen vorhanden sind, von denen die eine oberhalb,

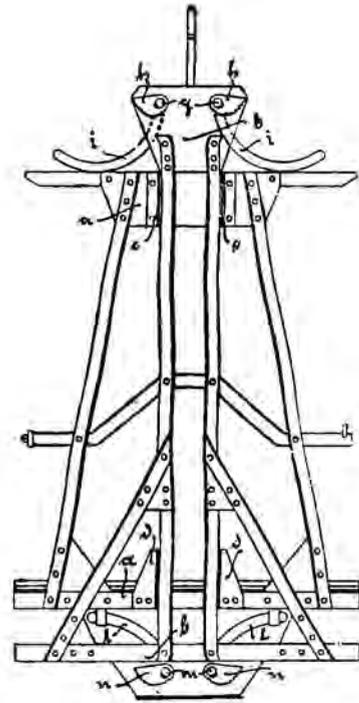


Fig. 1.

die andere unterhalb des Fangkorbes angeordnet ist und die an einem besonderen Fanggerüst sich befinden, welches mit dem Förderkorb nur in unmittelbarer Verbindung steht. Die beiden Fangvorrichtungen werden durch den Förderkorb derart betätigt, daß bei einem etwaigen Seilbruch infolge