sultate einen neuen Beweis für die Zulässigkeit des von *Fresnel* eingeschlagenen Weges zur Berechnung der Stärke des gespiegelten und gebrochenen Lichts, indem sie zeigen, daß auch an den Körpern von *doppelter* Strahlenbrechung ein gleicher Gang befolgt werden darf.

V. *Beschreibung eines Maximumthermometers und einiger damit angestellten Versuche in einem Bohrloche zu Rüdersdorf;
von G. Magnus.*

Die Untersuchung über die Temperatur im Innern unserer Erde ist ohne Zweifel eine der wichtigsten und interessantesten, die in diesem Jahrhundert die Geognosten und Physiker beschäftigt hat.

Ueberall hat man sich bemüht, die Ansicht, welche durch *Werner's* Hypothese von der neptunischen Bildung der Gebirgsarten gänzlich verdrängt war, nämlich, daß die Temperatur mit der Tiefe zunehme, durch neue Beobachtungen nachzuweisen, und wenigstens annähernd diese Zunahme zu bestimmen. Gegenwärtig möchte wohl Niemand mehr an der Richtigkeit dieser Zunahme zweifeln, da sie durch Beobachtungen in Bergwerken der alten und neuen Welt ganz unwidersprechlich dargethan ist. Indessen ist es noch nicht lange her, daß man sich bemüht hat, die beobachteten höheren Temperaturen von verschiedenen zufälligen Umständen herzuleiten. So z. B. hat sich noch der Dr. *Forbes* genöthigt gesehen, durch Berechnungen nachzuweisen, daß weder durch die Arbeiter, noch durch die Lampen derselben, noch auch durch das zum Sprengen in den Gruben von *Cornwallis* angewandte Pulver mehr als ein Achtel von der Wärme erzeugt werden könne, die nothwendig wäre zur Erwär-

mung der Grubenwasser, um 15° F., d. i. von 52° F., der mittleren Temperatur des Bodens, bis auf 67° F., die sie wirklich zeigten. Dergleichen Berechnungen, die immer höchst unzuverlässig sind, werden überflüssig, und alle Gründe für zufällige Erwärmungen werden unstatt-
haft, wenn man in verlassenen, vielleicht gar mit Wasser angefüllten Schächten (worin auch von einem Luftzuge nicht mehr die Rede seyn kann), oder auf dem Boden von Bohrlöchern, oder in den jetzt so allgemein verbreiteten artesischen Brunnen, die Temperatur untersuchen könnte. Auch fehlt es hierzu nicht an Instrumenten, den sogenannten Thermometrographen; allein sie sind alle mehr oder weniger unvollkommen, und zumal bei Bohrlöchern, wo ein Stossen und Schütteln beim Herausziehen derselben unvermeidlich ist, fast ganz unanwendbar.

Viel besser thut man daher, für diesen Zweck die schon von Saussure *) vorgeschlagene Methode anzuwenden, nämlich die Kugel eines gewöhnlichen Thermometers mit wenig leitenden Substanzen zu umhüllen, und es, nachdem es längere Zeit in der zu untersuchenden Temperatur gelassen worden, so schnell als möglich wieder herauszuziehen und sogleich zu beobachten. Allein wenn auch diese Vorrichtung in den meisten Fällen ihrem Zwecke ganz gut entspricht, so könnte es doch begegnen, daß ein schnelles Herausziehen des Thermometers unmöglich wäre, sey es wegen der großen Tiefe, bis zu der es hinabgelassen worden, oder wegen anderer localer Umstände, oder weil das Bohrloch so eng, daß nicht Raum genug vorhanden wäre, um den Substanzen, welche die Thermometerkugel einhüllen, die gehörige Dicke zu geben. Für diese und ähnliche Fälle glaube ich, kann man sich mit Vortheil eines Instruments bedienen, dem ich den Namen Erdthermometer (*Geothermometer*) beilegen möchte. Von der Brauchbarkeit desselben habe ich mich durch Versuche überzeugt, die ich durch die

*) *Voyages dans les Alpes*, T. V. p. 323. §. 1392.

Güte des Hrn. O. B. H. Gerhard Gelegenheit hatte in einem Bohrloche anzustellen, das gegenwärtig auf Veranlassung der Königl. Oberberghauptmannschaft in den Kalkbergen bei Rüdersdorf getrieben wird.

Beschreibung des Geothermometers.

Das Erdthermometer besteht aus einem gewöhnlichen Thermometer TA (Fig. 1. Taf. II.), das oben bei T offen, und so getheilt ist, daß sowohl der Nullpunkt desselben, als auch der Punkt T und jeder zwischenliegende Punkt den gleichnamigen Punkten irgend einer der bekannten Thermometerskalen entsprechen, so daß, wenn man dieß Instrument in dieselbe Temperatur, mit einem nach derselben Skale getheilten Thermometer bringt, beide dieselbe Anzahl von Graden zeigen. Erwärmt man nun das Instrument bis zu einer Temperatur die höher ist als T , so wird ein Theil des in ihm enthaltenen Quecksilbers ausfließen, und bringt man es danach wieder in ein und dieselbe Temperatur mit dem nach derselben Skale getheilten Thermometer (das ich Normalthermometer nennen will), so wird es nicht mehr dieselbe, sondern eine niedrigere Anzahl von Graden zeigen als jenes. Aus der Differenz des Standes, den es wirklich hat, und dem, den es haben sollte, und der durch das Normalthermometer angezeigt wird, läßt sich leicht die Temperatur finden, bis zu der es erwärmt gewesen. Denn bei diesem Maximum der Temperatur, das ich der Kürze wegen mit x bezeichnen will, war das Instrument ganz, d. i. bis T , mit Quecksilber gefüllt; es war daher so viel Quecksilber herausgetreten, daß es nur T^0 zeigte, während das Normalthermometer x^0 gezeigt haben würde. Es kommt also eigentlich nur darauf an, diese Differenz $x - T$ zu finden. Diese wird man aber leicht beobachten können, wenn man das Instrument mit dem Normalthermometer in eine Temperatur bringt, die geringer ist als x ; denn das Instrument wird dann um so viel unter dem Normal-

thermometer stehen, als es bei der Temperatur x unter demselben gestanden hatte, nämlich um $T - x$, nur daß dieses $T - x$ die gehörigen Correctionen erleiden muß, da es hier nicht bei der Temperatur x , sondern bei einer niedrigeren gemessen wird.

Diese Betrachtung macht es auch zugleich anschaulich, daß zur Bestimmung des Maximums der Temperatur keineswegs gerade das ursprüngliche Quecksilbervolumen, nach welchem das Instrument getheilt worden, und das es bei der Temperatur 0° gerade bis Null erfüllt, in demselben vor dem Versuche enthalten zu seyn brauche; sondern, daß dieses Quecksilbervolumen größer oder kleiner seyn dürfe, wenn es nur hinreichend ist, das Instrument bei der Temperatur x° gänzlich, d. h. bis T zu füllen. Dieser Umstand aber, daß die Bestimmung des Maximums unabhängig ist von der Quecksilbermenge, die vor dem Versuche in dem Instrumente enthalten gewesen, macht dasselbe eigentlich erst recht anwendbar. Denn man braucht nur dafür zu sorgen, daß es nicht zu wenig Quecksilber enthalte, ohne daß es auf die Quantität ankommt die man zu dem Ende einführt; und die ganze Beobachtung besteht nur darin, daß man nach dem Versuche das Instrument mit dem Normalthermometer in ein und dieselbe Temperatur bringt, um den Stand von beiden zu verzeichnen.

Hiezu bedient man sich, in Ermangelung einer andern constanten Temperatur, am besten eines Eimers mit frischem Brunnenwasser, der bis zu der Zeit, wo die Thermometer einen unveränderlichen Stand angenommen haben, seine Wärme nicht ändert. Die Vergleichung in der Luft könnte durch unvorsichtige Annäherung des Körpers, oder durch Zug und andere zufällige Umstände leicht einen Irrthum veranlassen. Besonders hat man auch darauf zu achten, daß das Instrument, nachdem es den Ort verlassen hat, dessen Temperatur x es annehmen soll, nicht noch höher erwärmt werde, bevor der Stand

desselben mit dem des Normalthermometers verglichen ist. Deshalb darf man sich bei Bohrlöchern oder verlassenen Schächten nicht blofs damit begnügen, die Temperatur der grössten Tiefe zu untersuchen, sondern man mufs auch die von verschiedenen anderen weniger tief liegenden Punkten bestimmen, um sicher zu seyn, dafs das Instrument sein Maximum nicht in einer geringeren Tiefe erreicht habe, als die, bis zu der es herabgelassen worden.

Man sieht leicht ein, dafs die Genauigkeit des Instruments zunächst davon abhängt, dafs von dem Quecksilber, das oben bei T durch die Erwärmung heraustritt, beim Erkalten nichts wieder zurückgehe. Diefs kann man nur erreichen, wenn man das Thermometerrohr bei T ganz fein auszieht und dann scharf abschneidet. Bei den Instrumenten, die ich besitze, ist die Oeffnung bei T so fein, dafs man sie kaum mit blofsen Augen sehen kann. Damit aber jedes aus derselben hervortretende Quecksilberkügelchen sogleich abfalle, ist die Spitze wie in Fig. 1. Taf. II. so gebogen, dafs sie horizontal steht. Die Thermometerrohre selbst hat einen ziemlich weiten inneren Durchmesser, und der daran geblasene Behälter ist so grofs, dafs jeder Grad der Skale (die hier die Reaumurische ist) 0,5 Zoll beträgt. Sollte also auch ein Quecksilberkügelchen an der Spitze hängen bleiben, ohne sogleich abzufallen, und sich beim Abkühlen wieder in das Thermometerrohr mit hineinziehen, so ist diefs wegen der Feinheit der Oeffnung, durch die es mit dem übrigen Quecksilber zusammenhängt, doch stets so klein, dafs es kaum $\frac{1}{20}$ eines solchen Grades beträgt. Uebrigens kann man bei Anfertigung des Instruments mit einiger Geschicklichkeit es leicht dahin bringen, dafs auch jede noch so geringe Menge Quecksilber sogleich beim Heraustreten abfalle.

Die Feinheit der Oeffnung bei T ist keinesweges ein Hindernifs, um neues Quecksilber einzufüllen, wenn etwa zuviel herausgetreten seyn sollte. Man legt zu dem

Ende das Instrument horizontal, palst auf die alsdann vertical stehende Spitze einen kleinen Trichter in den man einige Tropfen ganz reines und vollkommen trocknes Quecksilber gießt, und erwärmt die Kugel, bis das ganze Rohr mit Quecksilber gefüllt ist; läßt man sie alsdann wieder erkalten, so folgt das Quecksilber aus dem Trichter dem in der Röhre befindlichen bei seiner Zusammenziehung. Als Trichter nehme ich einen gewöhnlichen Kork, der oben so vertieft ist, daß er einige Tropfen Quecksilber faßt und unten eine kleine Oeffnung hat, mit der er auf die Spitze bei T aufgepalst wird. Fig. 4. Taf. II. stellt einen Durchschnitt desselben dar.

Um nun die für die Skale des Instruments nöthigen Punkte zu bestimmen, füllt man dasselbe auf die eben beschriebene Art mit Quecksilber, und bringt es, ohne den Trichter abzunehmen, mit dem Normalthermometer, nach dessen Skale es getheilt werden soll, in eine beliebige, unveränderliche Temperatur T . Wenn man sicher ist, daß dasselbe diese Temperatur angenommen, nimmt man den Trichter mit dem überschüssigen Quecksilber ab, und bringt das Instrument zuerst in fein zerstoßenes Eis, um den Nullpunkt desselben zu bestimmen, und darauf mit dem Normalthermometer in verschiedene Temperaturen, die zwischen 0° und T° liegen, um so viele Punkte der Skale als nöthig zu bestimmen. Sind diese Punkte einmal bestimmt, so kommt es nicht mehr darauf an, daß gerade das Quecksilbervolumen, dessen Ausdehnung sie anzeigen (das schon oben das ursprüngliche Quecksilbervolumen genannt worden ist), in dem Instrumente bleibe, man braucht daher nun nicht mehr zu scheuen, dasselbe einer Temperatur auszusetzen, die höher ist als T .

Das Zufüllen von Quecksilber wird sehr erschwert, wenn das Thermometerrohr inwendig feucht werden sollte; man muß deshalb dafür sorgen, daß, besonders beim

Hinablassen des Instruments in Wasser, von diesem nichts durch die Oeffnung bei *T* eindringen könne. Um dies zu vermeiden, befestige ich über die Röhre und die daran befindliche Messingskale eine enge Glasglocke *hk*, Fig. 3. Taf. II., deren oberes verschlossenes Ende die Spitze bei *T* so nahe als möglich berührt, und versehe dieselbe unten mit einer Oeffnung, damit das Wasser, wenn das Instrument in dasselbe hinabgesenkt wird, ungehindert seinen Druck auf die in der Glocke befindliche Luft ausüben könne. Wird diese nun hiedurch auch zusammengedrückt, so kann diese Zusammendrückung doch niemals so weit gehen, dafs das Wasser die Oeffnung bei *T* erreichen könnte.

Der Druck, der in der Tiefe auf das Instrument ausgeübt wird, wirkt auf das Thermometer sowohl von außen, als auch durch die Oeffnung bei *T* von innen. Dieser Druck mag daher noch so stark werden, man hat niemals eine Beschädigung des Glases durch denselben zu befürchten. Allein da das Glas und das Quecksilber demselben Druck ausgesetzt werden, die Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers aber bedeutender als die des Glases ist, so wird um so viel weniger Quecksilber aus der Oeffnung bei *T* heraustreten, als dieser Unterschied der Zusammendrückbarkeit beträgt. Colladon und Sturm *) haben diese Gröfse bestimmt, und gefunden, dafs sie für den Druck von einer Atmosphäre 1,75 Milliontheile des angewandten Quecksilbervolumens beträgt. Hieraus kann man leicht berechnen, wie viel Quecksilber zu wenig aus dem Instrumente entwichen ist, und danach die Beobachtung corrigiren.

Man braucht zwar die Thermometerkugel des Instruments nicht gröfser zu machen, als die eines gewöhnlichen Thermometers; allein die zunehmende Gröfse derselben, von der auch die Gröfse der einzelnen Grade

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXV p. 113*; und diese *Ann. Ed. XII. S. 61.*

der Skale abhängig ist, vermehrt die Genauigkeit, ohne Uebelstände herbeizuführen; da man doch jedenfalls das Instrument so lange an der zu untersuchenden Stelle lassen muß, bis auch die grössere Quecksilbermasse die Temperatur derselben vollständig angenommen hat, wozu beiläufig nur etwa eine Viertelstunde erforderlich ist. Allein je grösser die Kugel ist, um so leichter ist sie auch dem Zerbrechen ausgesetzt; man muß daher Sorge tragen, sie gehörig zu verwahren. Diefes glaubte ich am besten auf die Weise zu erreichen, daß ich statt der Kugel einen cylindrischen Quecksilberbehälter wählte, und denselben zwischen zwei Messingscheiben *ab* und *cd*, Fig. 2. Taf. II., einschliesse, die durch drei Schrauben *ac*, *bd* u. s. w. mit einander verbunden sind; in jede der beiden Scheiben ist eine Korkplatte eingelassen, so daß der Cylinder nur von den Korkplatten berührt wird, in die er etwas versenkt ist. Der obere Kork ist durchbohrt, und durch die Oeffnung desselben geht das Rohr des Thermometers. Auf diesem sind die nach dem Normalthermometer bestimmten Punkte mit einem Diamant verzeichnet, damit, wenn man das Instrument aus einander nehmen sollte, man sich immer wieder überzeugen könne, daß diese auch wirklich gerade über den entsprechenden Punkten der Messingskale liegen. Sollte dieses nicht genau der Fall seyn, so kann man es leicht dahin bringen, indem man die Schrauben *ac*, *bd* u. s. w. ein wenig anzieht oder nachläßt, wodurch die Messingskale, die nur auf die obere Platte *cd* aufgeschraubt ist, dem Cylinder genähert oder von ihm entfernt wird. Die Platte *cd* ist bei *fg* mit einem Schraubengewinde versehen, um auf dieses die Messinghülse *h* zu schrauben, in welche die Glasglocke *hk* eingekittet ist. Diese Messinghülse hat eine kleine Oeffnung, damit das Wasser bei vermehrtem Druck ungehindert in die Glocke eintreten könne.

Um nun den genauen Werth von x , der gesuchten

Temperatur, zu finden, so bezeichne man das ursprüngliche Quecksilbervolumen, wonach das Instrument getheilt worden, und daß es bei 0° bis zum Nullpunkte füllt, mit V ; und das Quecksilbervolumen, das nach dem Versuche in dem Instrumente enthalten ist, gleichfalls bei der Temperatur 0° betrachtet, mit V' ; ferner sey t die Temperatur, in welche das Instrument zur Vergleichung mit dem Normalthermometer nach dem Versuche gebracht wird, und t' die Anzahl von Graden, welche das Instrument bei dieser Temperatur einnimmt; endlich sey $\frac{1}{\delta}$ die Ausdehnung des Quecksilbers für einen Grad der Skale, nach welcher das Instrument getheilt worden, so hat man folgende Gleichung:

$$V' \left(1 + \frac{t}{\delta}\right) = V \left(1 + \frac{t'}{\delta}\right),$$

weil das Volumen V' bei der Temperatur t denselben Raum einnimmt, den V , als das Instrument getheilt wurde, bei der Temperatur t' einnahm.

Ferner hat man die Gleichung:

$$V' \left(1 + \frac{x}{\delta}\right) = V \left(1 + \frac{T}{\delta}\right),$$

denn bei der Temperatur x hatte sich V' so ausgedehnt, daß es das ganze Instrument erfüllte, d. h. denselben Raum einnahm, den V bei der Temperatur T eingenommen.

Dividirt man die obigen Gleichungen durch einander, so erhält man:

$$\frac{1 + \frac{t}{\delta}}{1 + \frac{x}{\delta}} = \frac{1 + \frac{t'}{\delta}}{1 + \frac{T}{\delta}}$$

oder:

$$\frac{\delta + t}{\delta + x} = \frac{\delta + t'}{\delta + T}$$

woraus sich ergibt:

$$x = \frac{\delta + T}{\delta + t'} (\delta + t) - \delta,$$

oder:

$$x = \frac{(t - t' + T)\delta + tT}{\delta + t'}.$$

Da Colladon und Sturm den Unterschied in der Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers und des Glases für den Druck einer Atmosphäre von 0^m,76 Quecksilber oder 10^m,32 Wasserhöhe zu $\frac{1,73}{1000000}$ gefunden haben; so beträgt die Quecksilbermenge, die durch den Druck von einer solchen Atmosphäre verhindert worden aus dem Instrumente zu entweichen $\frac{1,73}{1000000} \cdot V'$, und wenn man diese GröÙe in Graden des Instruments ausdrückt:

$$\frac{1,73 \cdot V'}{1000000} \cdot \frac{\delta}{V} \text{ Grade.}$$

Da nun V' nur um sehr wenig von V unterschieden ist, so kann man beide, ohne einen Fehler zu begehen, einander gleich setzen, und erhält dann:

$$\frac{1,73}{1000000} \cdot \delta.$$

Bezeichnet nun h die Höhe der Wassersäule, die, wenn das Instrument in die Tiefe hinabgelassen ist, auf dasselbe drückt, so ist, da 10^m,32 = 32,8 preuß. Fuß:

$$\frac{h}{32,8}$$

diese Höhe in Atmosphären ausgedrückt, und folglich ist:

$$\frac{1,73}{1000000} \cdot \frac{\delta h}{32,8}$$

die Anzahl von Graden, um die sich das Quecksilber weniger ausgedehnt hat, als es sich ausgedehnt haben würde, wenn es diesem Drucke nicht ausgesetzt gewesen wäre, man muß daher diese GröÙe noch zu dem obigen Werthe von x hinzufügen, wodurch dieser dann wird:

$$x = \frac{(t - t' + T)\delta + tT}{\delta + t'} + \frac{1,73}{1000000} \cdot \frac{\delta h}{32,8} \quad 32,8$$

Da δ für alle gebräuchliche Thermometerskalen, selbst der Fahrenheit'schen, sehr groß ist in Vergleich mit t , t' und T , so sind die nicht mit δ multiplicirten Glieder sehr klein, in Vergleich mit den übrigen, und können daher gänzlich vernachlässigt werden, wodurch man erhält:

$$x = t - t' + T + \frac{1,73}{1000000} \cdot \frac{\delta h}{32,8}$$

Bestimmung der Temperatur des Bohrlochs zu Rüdersdorf.

Das in *Rüdersdorf* getriebene Bohrloch geht durch den unter dem dortigen Kalkstein liegenden Gyps und den mit rothem Sandstein abwechselnden Thon, berührt also durchaus keine Gebirgsart, die durch chemische Zersetzung Wärme erzeugen könnte. Es ist gegenwärtig bis zu einer Tiefe von nahe 600' unter dem Niveau des dortigen Sees (genannt der Kalksee) gelangt. Zur Erleichterung beim Auseinandernehmen des Bohrers hat man es vortheilhaft gefunden, auf der dicht neben dem Kalksee befindlichen Anhöhe einen Schacht von 80' Tiefe anzulegen, dessen Sohle etwa 2' über dem Niveau des Kalksees erhaben ist. Auf dieser Sohle beginnt das Bohrloch, das voll mit Wasser, einen vollständigen artesischen Brunnen bildet, indem fortwährend Wasser aus demselben auf die Schachtsohle ausläuft, und von da seinen Abfluss ohne Zweifel in den nahen See nimmt, dessen Wasserstand durch Schleusen ziemlich unverändert erhalten wird.

Am 3. Juli d. J. war die Temperatur der Luft unten im Schacht 9° R.; das ausfließende Wasser hatte indeß 10°,3 R. Ob es diese Temperatur während des ganzen Jahres unverändert behalte, ist bis jetzt noch ununtersucht. Allein für eine kurze Zeit ist dieselbe gewiß constant, und dieß benutzte ich, um wenigstens nach den ersten Versuchen, das Instrument mit dem Normal-

thermometer in das Bohrloch haltend, den Stand beider mit einander zu vergleichen. Da aber der enge Schacht keinen Luftzug hat, so erlöschten die Lampen, die gleich anfangs nicht recht brennen wollten, schon bei dem zweiten Hinabsteigen, wodurch die fernere Beobachtung der Thermometer in dem Schachte selbst unmöglich ward. Es wurde deshalb ein Eimer mit kaltem Wasser in den Schacht hinabgelassen, und in diesen das Instrument, sobald es aus dem Bohrloche herauskam, gesetzt, und mit ihm zu Tage heraufgezogen, um dort beobachtet zu werden. Auf dieselbe Weise wurde beim Hinablassen desselben verfahren. Für jeden Versuch blieb es eine Stunde an der Stelle des Bohrlochs, deren Temperatur untersucht werden sollte. Um es gehörig zu sichern, war es in eine Kapsel von sehr starkem Eisenblech eingeschlossen, die jedoch ganz mit Löchern versehen war, damit die Thermometerkugel unmittelbar vom Wasser berührt würde. Das Hinablassen geschah mittelst einer Leine, die von 50' zu 50' gezeichnet war, um danach die Tiefe zu bestimmen. Um diese Leine straff zu erhalten war das Instrument mit Gewichten beschwert; beim Aufstoßen desselben auf den Boden konnte man deutlich an der Leine fühlen, daß die Gewichte hinreichend ihren Zweck erfüllten.

Das Thermometer, dessen ich mich bediente, ist nach Reaumur'scher Skale getheilt; es ist also $\delta = 5184^*$, und folglich $\frac{1,73}{1000000} \cdot \delta = 0,008968$; ferner ist $T = 11^\circ,1$, der oben angeführte Werth von x ist also für dieses Instrument:

$$x = t - t' + 11^\circ,1 + 0,0089 \cdot \frac{h}{32,8}$$

*) Dieser Werth von δ ist nach der Angabe von Dulong und Petit berechnet, die die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers für einen Grad der hunderttheiligen Skale zwischen 0° und 100° gleich $\frac{1}{650}$ gefunden haben. (*Annales de chim. et de phys.* T. VII. p. 138.)

Ich habe die Temperatur für drei verschiedene Tiefen untersucht, nämlich für 655', 500' und 380', von der Höhe aus gerechnet, auf der der Schacht angelegt ist. Es war daher h , d. i. die Höhe der Wassersäule, die auf das Instrument drückte, um so viel, als die Höhe des Schachts betrug, nämlich um 80', geringer als die ihm entsprechenden Tiefen. Die Beobachtungen ergaben:

Für die Tiefe von

655'	$\left\{ \begin{array}{l} t=10^{\circ},3 \\ t=10^{\circ},1 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} t'=5^{\circ},7 \\ t'=5^{\circ},4 \end{array} \right.$	$h=575'$
500'	$t=10^{\circ},5$	$t'=7^{\circ},5$	$h=420'$
380'	$t=10^{\circ},2$	$t'=7^{\circ},6$	$h=300'$

Und hieraus findet man für x

bei 655' Tiefe	$\left\{ \begin{array}{l} 15^{\circ},8 \\ 15^{\circ},9 \end{array} \right.$
- 500' -	$14^{\circ},2$
- 380' -	$13^{\circ},7.$

Da die Temperatur des aus dem Bohrloche ausfließenden Wassers $10^{\circ},3$ R. zeigt, so nimmt die Temperatur desselben, auf 575' Tiefe, um $15^{\circ},9 - 10^{\circ},3 = 5^{\circ},6$ zu, d. i. um 1° für jede 100'. Berechnet man hienach die Temperaturen des Wassers bei 420' und bei 300' Tiefe, so erhält man $14^{\circ},5$ und $13^{\circ},3$, wovon die Beobachtungen nur wenig abweichen.

Beobachtungen über die mittlere Temperatur der Luft oder des Bodens von *Rüdersdorf* sind mir nicht bekannt; allein die mittlere Temperatur von *Berlin* kann nicht viel davon entfernt seyn, da *Rüdersdorf* nur wenig höher und nur etwa 4 Meilen nordwestlich von hier liegt. Hr. von Humboldt *) giebt die mittlere Temperatur der Luft von *Berlin* zu $6^{\circ},8$ R., und die des Bodens zu $7^{\circ},6$ R. an. Dieser letzte Werth für die mittlere Temperatur von *Rüdersdorf* genommen, gehört zwar mit mehr Wahrchein-

*) *Memoires d'Arcueil*, T. III. p. 600.

lichkeit dem Niveau des Sees an, als der Höhe, auf der sich der Schacht befindet. Da aber die Temperaturen beider Stellen nicht sehr von einander verschieden seyn können, so war ich zweifelhaft, ob ich für die Berechnung der Temperaturzunahme die Tiefen von dem Niveau des Sees oder von der Höhe aus messen sollte. Ich habe mich für das Letztere entschieden, weil es mir glaublich scheint, daß die Temperatur der Schachtsohle, wiewohl sie in gleichem Niveau mit dem See, und nur einige hundert Schritte von demselben entfernt liegt, auch wenn sie nicht durch das ausfließende Wasser erhöht würde, dennoch bedeutender seyn müsse, als die mittlere Temperatur an dem See; weil die Ausstrahlung, durch die sich die Erde allein abkühlt, in einem auf der Oberfläche liegenden Punkte bedeutender seyn muß, als in einem darunter liegenden. Berechnet man die Temperaturzunahme $15^{\circ},9 - 7^{\circ},6 = 8^{\circ},3$ für 655', so erhält man $1^{\circ},25$ R. für jede 100'.

Ein ähnliches Resultat hat auch H. Cordier *) bei Berechnung der Beobachtungen in den Gruben zu *Car-meaux*, *Decise* und *Littry* erhalten, und H. Kupffer **), der diese Beobachtungen mit den von ihm selbst und den in *Sachsen* unternommenen zusammenstellt, findet $25^{\circ},25$, etwa 80' als Zunahme der Tiefe für 1° R., was ganz mit der obigen Angabe übereinstimmt.

Legt man indeß für die Berechnung der Zunahme in *Rüdersdorf*, die Tiefe vom Niveau des Sees gemessen, zu Grunde, so erhält man $8^{\circ},3$ R. für 575', oder $1^{\circ},44$ R. für 100'. Eine so bedeutende Zunahme aber geben wenige der bekannten Beobachtungen, und man könnte daher glauben, daß in *Rüdersdorf* die Temperatur von $15^{\circ},8$ gar nicht der Tiefe angehöre, in der sie beobachtet worden, sondern daß das Wasser, das oben

*) Diese Annalen, Bd. XII. S. 363.

**) Diese Annalen, Bd. XV. S. 159.

auf die Schachtsole ausfließt, aus sehr großer Tiefe kommend, dem Bohrloche jene höhere Temperatur mittheile. Aus welcher Tiefe das Wasser kommt, läßt sich freilich nicht mit Gewißheit angeben, denn wiewohl das Bohrloch fast bis auf den Boden mit eisernen Röhren ausgesetzt ist, so schloßsen diese doch keinesweges so dicht, daß nicht auch von den Seiten Wasser eindringen könnte. Was aber gegen das Hervorkommen des Wassers aus so großer Tiefe spricht, ist, daß dasselbe schon auszuströmen anfang, als man mit dem Bohren bis zu etwa 400' gelangt war, also lange bevor man die gegenwärtige Tiefe erreicht hatte.

Wenn daher in *Rüdersdorf* eine bedeutendere Temperaturzunahme als an anderen Orten wirklich stattfindet, so scheint mir diese nicht durch das ausströmende Wasser hervorgebracht zu seyn, sondern vielmehr in dem Umstand seinen Grund zu haben, daß dieser Ort nur etwa 150' über der Meeresfläche erhaben ist, der Boden des Bohrlochs daher schon 420' unter dem Meere liegt, nur wenige aber von den in Gruben angestellten Beobachtungen bis zu dieser Tiefe hinabreichen.

VI. Ueber den Elektro-Magnetismus der Metallgänge in Cornwall; von R. W. Fox.

(Im Auszuge aus den *Philosoph. Transact. f. 1830, pt. II. p. 399.*)

In der Vermuthung, daß die mit der Tiefe zunehmende Temperatur vielleicht eine elektrische Action in den Erzgängen hervorrufe, hat Hr. Fox in den Gruben von Cornwall eine Reihe von Versuchen angestellt, aus der sich wirklich das Daseyn einer elektrischen oder elektromagnetischen Spannung in den Gängen zu ergeben scheint,