

schon in der Dämmerung vom Lager und wieder hinaus auf die öden Heiden, in die baum-, wasser- und steinlose Gegend. Halbwegs liegt ein griechisches Bauerndorf Iskender kiöi (oder Skender kiöi) von ungefähr 40 Gehöften, in denen die Getreideschlitten lustig im Gange waren. Etwas aufwärts im Iskender Dere liegt das Tschiftlik Kuschan, und thalabwärts bemerkten wir ausgedehnte Maulbeerpflanzungen.

Wir hatten noch eine breite flache Terrainwelle zu überschreiten, bis uns ein tief ausgefahrener Hohlweg endlich in das gelobte Land, hinaus in das im schönsten grünen Baumschmuck prangende Maritzathal führte. Wie mit einem Zauberschlag änderte sich die ganze Scenerie.

Bei einem Brunnenpavillon, Hadschilar-Esane, mit Caffeeschank, erreichten wir die breite gut chaussierte, von Fuhrwerk aller Art, von Reitern und Fussgängern bunt belebte Hauptstraße, die von Rodosto nach Adrianopel führt \*); 2 Telegraphenleitungen und nicht weniger als 7 Drähte führen der schnurgeraden Straße entlang. Was für ein Bild gegenüber den menschenleeren Gegenden, durch die wir in den letzten Tagen gezogen waren! Vor uns aber in einer Stunde Entfernung lag Adrianopel im Glanz der Morgensonne. Kuppeln, Minarets, grüne Bäume und alles hoch überragend die stolze Moschee des Sultan Selim. Wir waren in freudigster Erregung und wurden in dieser Stimmung noch gehoben, als wir eine Reiterschar auf uns zusprengen sahen, in der wir bald unsere Freunde, die Ingenieure v. Varnbüler und Tafel, sowie den österreichischen Consul v. Camerloher erkannten, die uns hier vor den Thoren der Stadt freundlich begrüßten. Es war ein festlicher Augenblick für uns, als unsere stattliche Reiterschar unter dem Zusammenströmen der neugierigen Bevölkerung durch die Straßen von Adrianopel nach dem Gömrük Han zog, der zu unserem Hauptquartier ausersehen war, und es war uns fast zu Muthe, als hätten wir nach einem Zug durch die Wüste das gelobte Land erreicht, in dem Milch und Honig fließt.

## Gedanken über die Ursachen des Erdmagnetismus.

Von Otto Spiess, Ingenieur.

Das Bestreben einer Magnetnadel sich nach Norden zu richten führte zuerst auf die Annahme einer dort befindlichen anziehenden Kraft, die man mit der dem Magnete innewohnenden Kraft identificirte.

---

\*; Diese im großen Stil angelegte Straße ist erst 3 Stunden weit von Adrianopel in der Richtung gegen Rodosto fertig. Es wurde jedoch im Herbst 1869 mit allem Eifer weiter gebaut.

Die Beobachtung, dass galvanische, überhaupt electriche Ströme die Nadel ebenfalls afficieren, dass kreisförmige Leiter wie magnetische Scheiben wirken, dass das schraubenförmige Solenoid von Ampère sich wie ein Magnet verhält, ließen eine innige Verwandtschaft zwischen Electricität, Galvanismus und Magnetismus vermuthen und brachten Ampère auf die Idee, im Inneren oder an der Oberfläche der Erde electriche Ströme anzunehmen, welche die Erde im Sinne von Ost nach West umkreisen, in jedem Punkte senkrecht auf dem magnetischen Meridian stehen und auf die Magnetonadel ebenso wirken, wie eine im Nord- und Südpole befindliche Kraft.

Denken wir uns die Erde in der von Ampère angegebenen Weise mit electricchen Strömen ausgerüstet, so können wir unter Zuziehung seiner Gesetze über die Anziehung paralleler und sich kreuzender Ströme voraus bestimmen, welche Lage verschiedenartig geformte Leiter einnehmen werden, wenn sie von einem Strom durchflossen dem Erdmagnetismus ausgesetzt werden und ferner welche Stromrichtung durch den Erdmagnetismus in einem geschlossenen Leiter erzeugt wird, wenn man denselben aus einer gegebenen Lage in eine andere versetzt.

Mit einer weiteren Annahme, dass die Ampère'schen Ströme ihre gegenseitige Lage ändern können, erklärten sich die Variationen der Magnetonadel; hingegen bleiben noch mehrere Fragen, wie z. B. die Abnahme des Erdmagnetismus von den Polen nach dem Aequator zu in Folge der Wärme unerklärbar und hat deshalb die Ampère'sche Theorie auch schon viele Anfechtungen erleiden müssen.

Modificiren wir aber die Ampère'sche Theorie in der Art, dass wir die Ströme nicht in die Erde, sondern über dieselbe in die atmosphärische Hülle verlegen und im entgegengesetzten Sinne, nämlich von West nach Ost die Erde umkreisen lassen, so erhalten wir einen Apparat, mittels dessen sich die meisten Erscheinungen des Erdmagnetismus auf eine einfache und natürliche Weise erklären lassen.

Denken wir uns die Erde nur rotierend und nicht in ihrer Bahn fortschreitend, so wird die sie umgebende Luft die Gestalt eines an den Polen abgeplatteten Sphäroides annehmen, dessen geometrische Axe mit der Erdaxe zusammenfällt. In Folge der Anziehung von Sonne und Mond, sowie auch der größeren Planeten namentlich, wenn sich zwei oder mehrere derselben mit der Erde in einer geraden Linie befinden, wird eine Ebbe und Flut des Luftoceans hervorgerufen, welche homologe Erscheinungen wie die des Meeres zeigt und auf gleiche Weise zu beurtheilen sind. Nur spielt hier die Wärme der Sonne auch eine hervorragende Rolle und es wird in Folge der elliptischen Bahn der Erde und der damit in Zusammenhang stehenden Aenderung der Rich-

tung und Intensität der Sonnenstrahlen ein wesentlicher Einfluss ausgeübt. Je nach der Stellung von Sonne und Mond werden wir ein oder zwei Maxima und Minima von Ebbe und Flut haben und werden sich diese in den verschiedenen Jahreszeiten auch verschieden verhalten. Die Maxima und Minima der Flut werden erst nach der Culmination von Sonne und Mond eintreten in Folge der Zeit, welche die Luft zum Nachströmen braucht.

In Folge der Anziehung und der Wärme der Sonne, beides Kräfte die während der Zeit eines Jahres von wechselnder Intensität und Richtung sind, wird vermöge ihres einseitigen Einflusses auf die Atmosphäre das leicht bewegliche Luft-Sphäroid in mehr oder weniger regelmäßige Oscillationen gerathen; die geometrische Axe des Luftsphäroides wird zwar die Erdaxe vermuthlich stets schneiden, sich aber um dieselbe herumbewegend, die Erzeugungslinie zweier Scheitelkegel sein, deren gemeinschaftliche Axe die Erdaxe ist und deren Scheitel im Erdmittelpunkt liegt.

Der Winkel, welchen die Erdaxe mit der des Sphäroides bildet und welchen wir Axenwinkel nennen wollen, ist variabel und sowohl jährlichen als auch sekulären Aenderungen unterworfen. Das gleiche gilt auch von seiner Ebene, der Axenebene, und wir werden in der Folge nachweisen, dass dieselbe ihre geographische Länge von Jahr zu Jahr ändert. Das Luftsphäroid, welches wir uns mehr oder weniger regelmäßig an seine geometrische Axe gelagert denken, wird seine größte Abplattung in denjenigen Punkten haben, in welchen seine Axe die Erdoberfläche durchdringt und welche wir vorläufig die magnetischen Pole nennen wollen; der Aequator des Solenoides fällt mit dem Erdäquator nicht zusammen, sondern schließt mit demselben ebenfalls den Axenwinkel ein, welcher nach obiger Andeutung nichts anderes ist als der Complementwinkel zur geographischen Breite des Poles, deren Veränderlichkeit wir bereits erwähnt haben.

Wir haben bis jetzt die Gestalt und Bewegungsart der atmosphärischen Hülle als großes Ganzes betrachtet; gehen wir nun auch einmal ins Detail und untersuchen wir, was wol für Zustände im Inneren desselben stattfinden werden. Denken wir uns daher die Erde sammt der umgebenden Luft durch Ebenen, die dem Aequator parallel sind, geschnitten; so werden wir in jeder derselben Luftzonen auffinden, welche nicht diejenige Rotationsgeschwindigkeit haben, die ihnen in Folge ihres senkrechten Abstandes von der Drehungsaxe zukommen sollte und werden daher auch in jeder Ebene eine Zone antreffen, welche die Grenze bildet zwischen den Lufttheilchen, die mit der Erde die gleiche Winkelgeschwindigkeit besitzen und denen, welche eine kleinere

Winkelgeschwindigkeit haben. Ueber dem Aequator wird die Grenzzone einen größeren Abstand von der Erdaxe haben, als über irgend welchem Breitegrad; den Polen wird sogar die ringförmige Grenzzone, die daselbst in eine stark abgeplattete Calotte übergeht, sich stark annähern, indem daselbst die Luft größtentheils nur noch mitgeschoben oder nachgezogen wird. Denken wir uns nun sämtliche Grenzzonen untereinander verbunden, so werden wir ein Sphäroid erhalten, welches dicht um die Erde gelagert, einen Theil der Gesamtatmosphäre ausmacht und sich dadurch characterisiert, dass es mit dem festen Erdkörper die gleiche Winkelgeschwindigkeit besitzt. Von diesem inneren Sphäroide gelten nun speciell die vorhin nachgewiesenen eigenthümlichen Schwankungen und Flutungen der kegelförmigen Schwingungen der geometrischen Axe.

Zwischen dem inneren Luft-Sphäroide und der dasselbe umgebenden sphäroidischen Schale wird in Folge der Geschwindigkeitsdifferenz Luft-Reibung hervorgerufen, welche ihrerseits wieder auf das innere Sphäroid verzögernd einwirkt und die Ursache ist, dass die Axenebene etwas zurückbleibt und zugleich der Axenwinkel verändert wird. Wir haben somit ein Weiterschreiten des magnetischen Poles von Ost nach West — sowie Aenderungen nach Nord oder Süd. In Folge der in der Grenzzone stattfindenden Reibung wird Electricität erzeugt (auf das wie kann ich mich nicht einlassen und weise nur auf die electricischen Erscheinungen der Wolken hin). Dieses im electricischen Zustande befindliche Sphäroid wird sich genau wie das schraubenförmige Solenoid von Ampère verhalten und wird der polarisirte Zustand desselben noch markirter hervortreten in Folge der an den Polen befindlichen tellerförmigen Abplattungen, welche wie zwei mächtige electricische Scheiben wirken. Denken wir uns innerhalb dieses Luftsolenoides eine Magnetnadel frei aufgehängt, so wird sie sich in eine Ebene stellen, welche durch die magnetische Axe des Solenoides und den Aufhängepunkt der Nadel geht und je nach ihrer Entfernung von den Polen nach Nord oder Süd inclinieren, um an allen Oscillationen und Schwankungen, denen die magnetische Axe ausgesetzt ist, theilzunehmen.

Fassen wir uns nun kurz: der magnetische Pol ist der Durchdringungspunkt der magnetischen Axe mit der Erdoberfläche; derselbe hat die Tendenz zu einer Fortschreitung von Ost nach West sowie in meridionalem Sinne und bringt die seculären und jährlichen Schwingungen der Magnetnadel hervor. Die täglichen Schwingungen stehen mit der Ebbe und Flut des Luftoceanes in innigem Zusammenhange und die Maxima und Minima der Schwingung correspondiren mit denen der Ebbe und Flut. Einen mächtigen Einfluss üben auch unsere größeren Planeten aus, wenn sich dieselben in geeigneter Stellung befinden.

In inniger Beziehung mit den Schwingungen und Volumenänderungen des Sphäroides stehen die Winde und der Luftdruck und es werden demnach gewisse Zustände der Luft — von Magnetnadel und Barometer gleichzeitig angezeigt. Gewitter und die durch Luftströme hervorgerufene Electricität haben nur einen lokalen Einfluss.

Hinsichtlich der Fortbewegung der Erde sei noch bemerkt, dass so lange sich dieselbe in oder annähernd in der Richtung ihrer Axe bewegt, ein besserer Zusammenhang der Lufttheilchen existiert, als wenn ihre Bewegung senkrecht auf diese Richtung erfolgt, was immer Lostrennungen der Lufttheilchen hervorruft. Dann begegnen sich Schichten von ungleicher electricischer Spannung und erfolgt ein mit Lichterscheinungen begleiteter Ausgleich derselben — Nord- und Südlicht genannt, und es gestattet das herrliche Phänomen sich eine Vorstellung von der Gestalt der nördlichen und südlichen Reibungsflächen zu machen.

Stellen wir nun alle bis jetzt einzeln betrachteten Erscheinungen zu einem Ganzen zusammen, so sehen wir die Erde mit einer sphäroidischen Hülle umgeben, die sich mit ihr dreht. Das Sphäroid ist um eine Axe gelagert, die mit der Erdaxe einen Winkel bildet und sich um dieselbe herum bewegend die Mantelfläche eines Körpers bildet, der sich der Form zweier Scheitelkegel nähert. In gewissen, ebenfalls sphäroidisch angeordneten Schichten der Gesamtluftmaße besteht Reibung in Folge von Electricität und wir schließen, dass diese ringförmig gelagerten electricischen Schichten in Bezug auf ihre Wirkung ähnlich wie das schraubenförmige Solenoid von Ampère zu beurtheilen sind.

Die magnetische, oder genauer gesprochen, die electricische Axe des Luftsolenoides rotiert um die Erdaxe in der gleichen Zeit, in der die Erde eine Umdrehung macht — deshalb zeigt auch die Nadel stets nach einem Punkte hin. In Folge des durch die Reibung hervorgerufenen Widerstandes wird die Axe in ihrer Bewegung etwas verzögert, bleibt täglich etwas wenig zurück und es werden ihre Durchdringungspunkte der Erdoberfläche, die wir der Kürze halber „magnetische Pole“ nannten, in der Richtung von Ost nach West wandern. Die magnetischen Pole sind demnach nicht an bestimmte Punkte der Erdoberfläche fixiert, sondern sind mobil und wandern um die Erdpole herum. Hieraus erklärt es sich, dass die Magnetnadel, die in Paris im Jahre 1580 eine Declination von  $11^{\circ} 30'$  östlich zeigte (bis zu diesem Jahre reicht die mir zu Gebote stehende Tabelle), einen Lauf nach Westen nahm — im Jahre 1663 die Declination Null ergab — also mit der Ebene des Erdmeridianes zusammenfiel, dass sie bis zum Jahre 1814 stets mehr und mehr nach Westen ausschlug — hier ihre größte westliche Ab-

weichung von  $22^{\circ} 34'$  erreichte und seit dieser Zeit sich wieder nach Osten wendet. Wenn wir annehmen, dass die Fortschreitung des Poles eine gleichförmige ist, so entspräche demnach ein Zeitraum von 151 Jahren dem vierten Theile einer Umdrehung. Demnach müßte in Paris die Declination im Jahre 1965 ebenfalls wieder Null sein und würde überhaupt eine Umdrehung in einem Zeitraum von 604 Jahren vollendet. Die Veränderlichkeit in der Lage der Pole ergibt sich auch aus den Beobachtungen des Capitän Ross.

Außer diesen secularen Oscillationen der Nadel haben wir auch regelmäßig wiederkehrende tägliche Schwankungen, die an den verschiedenen Tagen des Jahres verschiedene Werte annehmen. Wir schreiben diese täglichen Schwankungen dem Einflusse der Ebbe und Flut der Luft zu, welche ihrerseits von der gegenseitigen Stellung der Erde mit Sonne und Mond und der Sonnenwärme abhängig ist. In Bezug auf den Einfluss der Sonnenwärme wollen wir noch hinzufügen, dass derselbe für einen bestimmten Punkt der Erde mit Sonnenaufgang beginnt. Die Erwärmung der Luft hat eine Ausdehnung zur Folge und es treten Schichten von einer gewissen Geschwindigkeit in Schichten von größerer Geschwindigkeit ein — die ersteren werden auf Kosten der letzteren beschleunigt und es wird während des Ausgleichsакtes Reibung sowie Electricität erzeugt. Da in Folge der Ausdehnung allein nur die Höhe der Luftsäule, nicht aber ihr Gewicht vermehrt wird — so kann dieser Theil der Erscheinung nicht von dem Barometer angezeigt werden — sondern einzig allein von der Magnetnadel, welche die erzeugte Electricität empfindet. — Nun tritt aber mit der Ausdehnung der Luft zugleich eine Verdünnung ein — und mit ihr ein seitliches Zuströmen der weniger erwärmten Luft. Durch diesen zweiten Theil der Erscheinung erhält die vergrößerte Luftsäule nun auch ein größeres Gewicht und dieses wird von dem Barometer bemerkt werden. Wenn sich die Luft wieder abkühlt, zusammenzieht und die seitlich aufgenommene Luft wieder zurückdrängt, so erfolgen selbstverständlich die umgekehrten Erscheinungen und erklären sich somit die beiderseitigen täglichen Schwankungen der Nadel.

Ich habe die Ueberzeugung, dass die Erscheinungen der Ebbe und Flut wenig Einfluss auf die mittlere Stellung der Magnetnadel haben und nur eine locale Störung der Gleichgewichtslage hervorrufen. Eine der Haupthypothesen dieser Theorie bildet das Zurückbleiben der Luft in den höheren Schichten — man könnte vermuthen, dass, falls diese Erscheinung einmal existierte, sich die verschiedenen Geschwindigkeiten im Laufe der Zeit längst ausgeglichen haben müssten. Die Erde sucht die Atmosphäre gleichzeitig mit sich herumdrehen und arbeitet auf

einen Gleichgewichtszustand hin — die Anziehung der Sonne und des Mondes, sowie die Wärme suchen den Gleichgewichtszustand zu stören und ich sehe geradezu diese Combination von Einwirkungen als die eigentliche Quelle der atmosphärischen Electricität an. In dem Durch-einandermengen von Schichten mit ungleicher electricischer Intensität und dem darauf erfolgenden electricischen Ausgleich liegt auch die Ursache eines electricischen Stromes, der sonst nicht entstehen könnte. Die Oscillationen der electricischen Axe um die stabile Erdaxe, welche mit Ausnahme der Wärme den gleichen Einflüssen unterworfen ist, kann man sich annähernd dadurch versinnlichen, dass man eine kleine Eisenmasse um eine beliebig geneigte Axe rotieren lässt und dann einen kräftigen Magneten derart annähert, dass die Eisenmasse aus ihrer Schwingungsebene abgelenkt wird. Bei jeder Annäherung wird ein Heraustreten aus der Schwingungsebene erfolgen — darauf ein Zurückkehren und Ueberschreiten derselben. Die gleiche Erscheinung würde erfolgen, wenn wir beliebig viele kleine Eisenmassen an der Bewegung theilnehmen ließen, immer jedoch unter der Voraussetzung, dass jede für sich frei und beweglich ist. Von einem festen System gilt dieses nicht.

Ueber das vorhin erwähnte innere electricische Luftsolenoïd muß ich noch bemerken, dass ich dasselbe nicht als ein von der Gesamtatmosphäre scharf abgeordnetes Ganze mir vorstelle, sondern dass dasselbe eine gedachte Form ist, die entsteht, wenn man die verschiedenen Stellen gleicher Intensität mit einander verbindet.

Aus der Gestalt des an den Polen stark abgeplatteten und der Erde naheliegenden, an dem Aequator stark ausgebauchten und der Erde fern liegenden Luftsphäroides ergibt sich für die Polargegenden die stärkste, für den magnetischen Aequator die geringste Intensität; denn es lässt sich à priori annehmen, dass sich über den Polen, wo nahezu stagnierende Luftschichten vorkommen werden, die meiste Electricität entwickelt werden muss und dass daselbst die electricischen Schichten näher an der Erdoberfläche liegen und daher eine grössere Wirkung auf die Nadel haben müssen, als im magnetischen Aequator, welcher, wie bereits bemerkt, den Erdequator schneidet und zwischen die Wendekreise fällt und woselbst die electricischen Schichten in Folge der größeren Schwungkraft und der größten Wärme auf der Erde einen bedeutenden Abstand von der Erde und daher eine schwächere Wirkung haben. Die eigenthümlich lemniscatenartig gelagerten Punkte der größten Intensität und die damit zusammenhängenden secundären Pole kann ich vorläufig aus dieser Theorie nicht erklären.

Wir sehen ferner noch, dass man strenge genommen, nicht von magnetischen Polen auf der Erde reden darf, sondern dass es sich nur

um eine Resultante von Kräften handelt, die an bestimmten Stellen die Erdoberfläche durchdringt.

**Wenn diese Ansichten richtig sind, so wäre unter dem Namen Erdmagnetismus nichts anderes zu verstehen, als die Summe der Wirkungen der atmosphärischen Reibungselectricität.**

Indem ich diese Gedanken nur vorläufig ausspreche, weiß ich sehr wohl, dass dieselben noch einer eingehenden Prüfung und Begründung durch Beobachtung und Mathematik bedürfen, welche vielleicht die Zukunft bringen wird. — Jedenfalls werde ich noch meine Kräfte an dieser Frage versuchen.

---

## Bosnien

mit Bezug auf seine Mineralschätze.\*)

Vom Bergingenieur A. Conrad.

Bosnien gehört zu den reichsten und gesegnetsten Provinzen des türkischen Reiches. In ihrem Schoße sind nicht nur unermessliche Schätze von Metallen und anderen nutzbaren Mineralien niedergelegt, sondern es werden ihre Höhen und Gebirge auch von den bedeutendsten und schönsten Waldungen aller Art geschmückt, dürften jedoch bei der systematischen Verwüstungslust der Bewohner trotz ihrer ungeheuern Ausdehnung an den entlegeneren Orten bald ebenso verschwinden, wie wir es leider schon jetzt in der Nähe der Städte und Flüsse wahrnehmen, wenn nicht durch eine rationelle Forstbewirtschaftung und strengere Forstgesetze diesem Unwesen ernstlich Einhalt geboten wird. Ich erinnere nur an die oft sehr bedeutenden Waldbrände, welche durch die Bewohner absichtlich angelegt und unterhalten werden und noch vor 2 Monaten in der Gegend von Blažnje unfern Serajewo's an vier verschiedenen Punkten zu sehen waren. Nicht das Einschreiten der Behörden hat diesem höchst frevelhaften Waldbrand ein Ende gesetzt, sondern heftige Regengüsse unterdrückten ihn später und verhinderten die weitere Verbreitung desselben, wodurch ein unberechenbarer Schaden für

---

\*) In der croatisch-deutschen Schreibweise ist zu lesen:

c = deutsches z	š = deutsches sch
ć = tj	v = w
č = tsch	z = „weiches s (in Rose)
s = „scharfes ß	ž = französisches j (in jamais)

A. d. Red.