VIII.

ALEXANDER VON HUMBOLDT'S
*physikalische Beobachtungen auf seiner
 Reise nach dem spanischen Amerika.*
 (Aus einem Briefe desselben an Delamtherie. *)

Cumana in Sd-Amerika, den 30sten Messidor J. 7.

Erst seit drei Tagen befinde ich mich hier auf der Kste von Sd-Amerika, und schon zeigt sich eine gnstige Gelegenheit, Ihnen, mein theurer und wrdiger Freund, mit einem Fahrzeuge, das im Be-

*) *Journal de Physique*, t. 6, p. 433. Der erste Reiseplan Herrn von Humboldt's war, ber Tripolis zu den franzsischen Physikern in Aegypten, und von da weiter ins innere Afrika vorzudringen; schon hatte er sich, um diesen Weg anzutreten, zwei Monate lang in Marseille aufgehalten, als unvorherzusehende Umstnde diese Reise vereitelten, worber wir uns, bei der Gefhrlichkeit derselben fr Christen, unstreitig Glck zu wnschen haben. Seinem Vorhaben treu, die heie Zone zu besuchen, wandte er sich darauf nach Spanien, und hatte das fr einen Auslnder so seltene Glck, von der Regierung die Erlaubni zu erhalten, *Mexico*, *Peru*, *Chili* und die *Philippinen* zu bereisen. Den 26sten Floreal J. 7. verlie er Madrid, um sich in Corunna nach der Havanna und Mexico einzuschiffen. Diesen Voratz mu er aber spterhin abgendert haben, da wir ihn jetzt in *Cumana*, einer

griffe ist, unter Segel zu gehn, in aller Eil zu sagen, daß ich mit meinen astronomischen, physikalischen und chemischen Instrumenten, wohl behalten, und ohne daß sie den geringsten Schaden genommen hätten, hier angekommen bin. Während der Ueberfahrt habe ich fleißig Versuche über die chemische Mischung, die Durchsichtigkeit und die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft, über die Temperatur und Dichtigkeit des Meerwassers, die Inclination der Magnet-Nadel, und über die Intensität der magnetischen Kraft angestellt. Meine Ramsdenschen und Troughtonschen Sextanten und der Chronometer von Louis Berthoud, (ein treffliches Instrument, das den Zeitunterschied zwischen Paris und St. Croix auf Teneriffa zu 1 St. 14' 25,5'' gab, indess ihn Borda 1 St. 14' 24'' gefunden hatte,) setzten mich in den Stand, den Ort, wo jede dieser Beobachtungen angestellt wurde, mit großer Genauigkeit zu bestimmen; welches für die magnetischen Beobachtungen von Wichtigkeit ist.

Aber wie soll ich Ihnen in dieser Eil sagen, was ich gesehn, und welchen Genuß mir der Aufenthalt auf den *Canarischen Inseln* gewährt hat. Indess fast allen Naturforschern, die Indien besucht haben,

spanischen Seestadt in Süd-Amerika, (dem Hauptorte in Neu-Andalusien, zwischen Guiana und Caracas,) finden, und er den geraden Weg dahin von Corunna über die Canarischen Inseln genommen zu haben, dort auch einige Zeit noch sich erweilen zu wollen scheint.

d. H.

hier kaum Zeit genug vergönnt war, bis zum Fusse des grossen vulkanischen Kolosses hinaufzusteigen, und die herrlichen Gärten des Hafens von Orotava zu bewundern, hatte ich die Freude, daß sich unsere Fregatte, *der Pizarro*, sechs volle Tage zu Teneriffa aufhielt. Ich habe die Gebirgsarten des *Pic de Teyde* im Detail untersucht, und seinen Gipfel in der lehrreichen Gesellschaft des Vice-Consuls der Republik, le Gros, bestiegen. Er und Bernard Cologan haben den letzten furchtbaren *Ausbruch dieses Vulkans*, am 9ten Juni 1798, mit vielem Scharfsinne beobachtet, und wir dürfen von ihm eine Beschreibung desselben mit einer Karte erwarten, deren Skizze ich bereits im königl. botanischen Garten zu Orotava gesehen habe. Wir schliessen im Mondscheine 1200 Toisen über dem Meere, brachen dann um 2 Uhr Nachts auf, und gelangten, ungeachtet des heftigen Windes, der durchdringenden Kälte und der Hitze des Bodens, welche die Sohlen unsrer Stiefeln verbrannte, um 8 Uhr auf den Gipfel.

Ich sage Ihnen nichts von der majestätischen Aussicht auf die vulkanischen Inseln *Lancerotta*, *Canaria*, *Gomera*, die man zu seinen Füßen sieht, und von der 7 deutsche Quadrat-Meilen grossen Wüste, die ganz mit Bimsstein und Laven bedeckt, ohne Insekt und ohne Vogel, bloß von der *Viola decumbens* bewohnt ist, und uns von den üppigen Lorbeerwäldern, den Heideflächen, und den mit Pal-

men, Banian- und Drachenbäumen gezierten Weingärten trennte, deren Fuß das Meer bespült.

Wir sind selbst in den *Krater* hinabgestiegen, der nur 40 bis 60 Fuß tief ist. Die Spitze liegt, nach Borda's sehr genauer geometrischer Messung, 1904 Toisen, (11424 parif. Fuß,) über der Meeresfläche. Ich füllte hier einige Bouteillen mit Luft, und bei einer nachmahligen sehr genauen Zerlegung derselben durch Salpetergas, dessen Reinheit zuvor durch schwefelsaures Eisen geprüft war, fand sich, daß sie nur 0 19 *Sauerstoff* enthielt, ungeachtet der sehr heftige Wind Lebensluft aus den niedern Regionen, (wo der Sauerstoff-Gehalt 0,278 betrug,) mit darunter gemengt haben mochte. Das gewöhnliche Reaumur'sche Thermometer stand auf dem Gipfel auf 2°, zu Orotava zwischen 18 und 19°; macht für je 116° Toisen Höhe, einen *Temperatur-Unterschied* von 1°, welches mit Sauffüre's Beobachtungen, der 107 Toisen für jeden Grad verminderter Wärme rechnet, ganz gut zusammen stimmt.

Der *Pic de Teyde* ist ein ungeheurer Basaltberg, der auf dichtem, neuerm Kalksteine zu ruhen scheint. Diefes ist derselbe Kalkstein, den man, mit vielem Feuerstein gemischt, am Cap Noir in Afrika findet, der zu Cadix, in la Mancha, und in der Provence die herrschende Gebirgsart ist, und worauf auch die Basalte von St. Loup unweit Agde und die Basaltkegel in Portugal ruhen. So groß ist die Einförmigkeit im Baue der Erde. Die Azoren, die

Canarischen Inseln und die Inseln des grünen Vorgebirges scheinen bloße Fortsetzungen der Basalt-Formationen um Lissabon zu seyn. An die Küsten von Teneriffa spülen die Wellen Gelschiebe von Granit, Syenit, und granitartigem Glimmerschiefer an, wie er auf dem Gotthardsberge und im Salzburger Vorkommt; wahrscheinlich Gebirgsarten, woraus der höchste Zug des Atlas in Afrika besteht, der sich westlich nach den Küsten von Marocco zieht.

Schon seit Jahrhunderten wirft der *Krater* des Gipfels keine Laven mehr aus; diese brechen zu den Seiten des *Pics* hervor. Dagegen erzeugt der Krater eine ungeheure Menge *Schwefel* und schwefelfaures Eisen, (*Vitriol*). Ob sich wohl der Schwefel hier erst durch Zusammenfassung bildet, oder ob er nicht vielmehr in dem Kalkgebirge unter dem Basalte liegt? Dieses ist von einerlei Art mit dem Andalusischen Kalkgebirge, (auch mit dem von Kreczezowiz in Pohlen,) und es ist Ihnen bekannt, daß der Kalkstein und Gyps Andalusens, (beide gehören zu einerlei Formation, da der Gyps im Kalksteine in Bänken vorkommt,) ganz Europa mit Schwefel versorgen könnten.

Der *Basalt* des *Pics de Teyde* enthält nicht bloß basaltische Hornblende und Olivin in Blättern und krystallisirt, sondern, besonders gegen den Gipfel zu, auch ganze Lagen von Wernerischem Porphyrschiefer, und einer Art Obsidian-Porphyr. Der Porphyrschiefer ist blätterig, klingend, an den Kanten halb durchsichtig, und besteht aus einer

grünen, sehr harten Grundmasse, welche mit dem Nephrit, (*Jade*,) verwandt ist und glasartige Feldspath-Krytalle enthält. Die *Bimssteine* des Pics sind durch Feuer zeretzter Obsidian, und ihr Ursprung läßt sich keinesweges vom Feldspathe ableiten. Ich habe viele Stücke aufgelesen, die noch zur Hälfte Obsidian, olivenschwarz, und zur Hälfte faßeriger, weißer Bimsstein waren; auch hatte ich dergleichen schon in den Mineralien-Sammlungen zu Madrid gefunden.

Mit dem neuen, von Borda erfundenen, *Inclinatorio*, welches Megnie in Madrid noch etwas tragbarer gemacht hatte, habe ich eine große Menge von Beobachtungen über die Inclination der Magnetnadel angestellt. Sie werden die Beobachtungen gefeßn haben, die ich zugleich mit einer astronomischen Abhandlung dem Bürger Delambre überschickt habe. *)

*) Wahrscheinlich dieselben, welche, aus einem Briefe des Herrn von Humboldt's, in den *allg. geogr. Ephemerid. des Herrn Oberst Wachm. von Zach*, August 1799, S. 146 — 161, mitgetheilt werden. Dieses treffliche Inclinatorium ist, so viel ich weiß, noch nicht beschrieben, daher ich im Kurzen hierher setze, was Herr von Humboldt in jenem Briefe darüber sagt. „Das Instrument, dessen ich mich bediene, ist der *Inclinations-Compass*, den Borda angegeben, und le Noir für das *Bureau des Longitudes* in Paris ausgeführt hat. Das Bureau hatte die Gefälligkeit, ihn mir bei meiner Ab-

Sie werden aus diesen Beobachtungen sehn, daß
die magnet. Kraft keinesweges den Inclinationen pro-

reife von Paris abzutreten. Der Azimuthal-Zirkel hat 0,5 Metre, ($1\frac{1}{2}$ p. Fuß,) im Durchmesser; die Nadel 0,3 Metre, (0,9 p. F.,) Länge; und die Theilung des senkrechten Kreises giebt, mit Hülfe der Loupe, eine Gewisheit von 5 Decimal-Minuten, (2,7 Min.) Borda betrachtete dieses Instrument als das erste, das sichere Inclinationen angebe, da alle übrigen, die uns so viel irrige Zahlen geliefert haben, nicht genau in die wahre Ebene des magnetischen Meridians gestellt werden können. Um dieses bei dem senkrechten Kreise des Borda'schen zu bewerkstelligen, giebt es mehrere Methoden:

1. Man sucht mittelst einer mit Dioptern versehenen Magnetnadel Gegenstände im Magnet-Meridiane auf, und rückt den Kasten, der den vertikalen Kreis enthält, so, daß man durch zwei daran befestigte Dioptern dieselben Gegenstände wahrnimmt.
2. Oder man nimmt correspondirende Inclinations-Höhen westlich und östlich vom Magnet-Meridiane, und findet daraus diesen mit Hülfe des angebrachten Azimuthal-Kreises, indem die Cotangenten der Inclinationen, den Cosinussen des magnetischen Azimuths der Nadel proportional wachsen.
3. Oder man sucht die kleinste Inclination, indem man nach und nach das Instrument um den Azimuthal-Zirkel dreht.
4. Oder man sucht den Punkt, in welchem die Nadel genau vertikal steht; 100 Decimal-Grad weiter, auf dem Azimuthal Kreise gerechnet, hat man genau den magnet. Meridian.“

(Denn ist I die wahre Inclination im magnetischen Meridiane, i die Inclination beim magnet. Azimuth

portional ist; Das Phänomen ist äusserst zusammen-
gefasst, und die magnetischen Anziehungskräfte

α so muss, da $\cotg. i : \cotg. i' = \cos. a : \cos. a$ ist, $\cotg. i : \cotg. I = \cos. a : 1$, und wenn i ein rechter Winkel, also $\cos. i = 0$ wird, auch $\cos. a = 0$ und α ein Quadrant seyn.) „Giebt diese letztere Methode nicht denselben magnet. Meridian als die erste oder dritte, so kann man überzeugt seyn, dass entweder der Compass nicht genau horizontal gestellt ist, oder dass beide Enden der Nadel von ungleicher Schwere sind. Ich habe bei meinen Beobachtungen mehrere dieser Methoden zu verbinden gesucht, und mit Vergnügen gesehn, dass meine Nadel so genau centrirt ist, dass ich immer einerlei Resultat erhalte, ich mag die dritte oder die vierte der angegebenen Methoden wählen.“

„Um die Stärke der magnetischen Kraft, d. h. ihre Intensität, zu messen, bediente ich mich ehemals des Sauffürischen Magnetometers, eines, in Hinsicht des Transports, äusserst zarten Instruments. Borda rieth mir, mich der Oscillationen der Inclinations-Nadel als eines Magnetometers zu bedienen, wie das schon auf der verunglückten See-reise Entrecasteau's geschehn sollte. Ich habe die Oscillationen der in den Magnet-Meridian gestellten Nadel mit grosser Sorgfalt nach einem Berthoudschen Chronometer beobachtet. Die Oscillations-Geschwindigkeiten sind so gleichförmig, dass, wenn einer die Nadel, ein andrer den Chronometer genau beobachtet, beide bis auf 0,2 zusammen stimmen müssen. Wie viele interessante Beobachtungen hätte ich nicht anstellen können, hätte ich das Magnetometer vor 2 Jahren gekannt,

werden sonderbar durch Urfachen verändert, die wahrscheinlich nur local sind.

als ich den gewaltigen, aus magnetischem Serpentin bestehenden, *Heidberg* auffand, dessen magnetische Atmosphäre 8 Metres, (24 p. F.,) davon noch wirksam ist, und die Polarität ohne Spur von Anziehung zeigt.“

Als Commentar hierzu Folgendes. Gilt, was *Coulomb* durch seinen Windungs-Apparat von der Declinations-Nadel bei horizontaler Drehung derselben dargethan hat, (*Gren's neues Journ. d. Physik*, B. II, S. 299,) auch auf eine ähnliche Art von der Inclinations-Nadel, und wird sie, wenn man sie in der Ebene des Magnet-Meridians aus der Linie der Ruhe entfernt, zu dieser durch eine Kraft zurück getrieben, welche, sofern sie nach der Richtung der Rubelinie wirkt, die Nadel gleichförmig beschleunigt; so muß die Inclinations-Nadel genau nach den Gesetzen des Pendels schwingen. Bei gleichen Pendellängen verhalten sich aber die Zahlen von Schwingungen in einerlei Zeit, wie die beschleunigenden Kräfte; und in so fern kann die Zahl der Oscillationen der Inclinations-Nadel die magnetische Kraft messen. — *Nouet*, einer der Astronomen, welche *Bonaparte* nach Aegypten begleiteten, ist mit einem ganz ähnlichen *Borda'schen* Inclinations-Compass von *le Noir* versehen, und hat damit auf der Reise und in Nieder-Aegypten bis *Suez* viele Beobachtungen angestellt, welche dadurch, daß sie mit den von *Humboldt'schen* correspondiren, noch interessanter werden, und die ich dem Leser nächstens mitzutheilen hoffe. d. H.

Beobachtet seit Vendem. J. 7. zu	Breite	Länge a)	Inclination d. Magnetna- del nach Gra- den d. neuen Kreisthei- lung.	Magnetische Kraft, Zahl der Schwin- gungen in 1 Minute.
Paris	48° 50'	20° 0' O.	77,55° b)	24,5
Nimes	43° 50'	21° 59'	72,65	24
Montpellier	43° 36'	21° 32'	73,20	24,5
Marseille	43° 18'	23° 3'	72,40 c)	24
Perpignan	42° 42'	20° 23'	72,55 d)	24,8
Gironne			71,75	23,2 e)
Barcellona	41° 23'	19° 52'	71,80	24,5
Cambrils			71,75	24,1
Valenzia	39° 29'	17° 29'	70,70	23,5
Madrid	40° 25'	13° 58'	75,20 f)	24 g)
Ferrol			76,15	23,7
auf dem Meere	32° 16'	2° 53'	71,50	24 h)
	26° 51'	0° 57'	67,00	23
	14° 13'	28° 3' W.	55,80	23,9
	13° 51'	30° 2'	50,15	23,4
	10° 59'	44° 31'	46,50	23,7

a) Im *Journal de Physique* sind diese Beobachtungen fehlerhaft und mangelhaft mitgetheilt. 1. Führt bei den Beobachtungen auf dem Meere das, was ich hier als Längen aufführe, die Ueberschrift: Breite, und umgekehrt. 2. Wird mit keinem Worte erwähnt, wie die dort angegebenen Längen zu verstehen sind, von Paris oder vom Ferroer Meridian ab; ich muß auf ersteres rathen, da die letzte Station bei 11° Br. 64½° L. hat, welche, von Ferro ab gerechnet, einen Ort an der mexicanischen Küste hinter Portobelo bezeichnen würde, wo Herr von, Humboldt offenbar nicht gewesen ist, daher ich

Ich habe das *Meerwasser* häufig mit einer *Dol-*
londfchen Wage gewogen. Es wird nach dem *Ae-*

die dortigen Angaben auf den *Ferroer Meridian*
reducirt habe. 3. Fehlen einige der europäischen
Beobachtungen, die ich, (so wie auch folgende *Be-*
merkungen über einige,) aus dem Briefe des *Hrn.*
von *Humboldt's* in den *Allg. geogr. Eph.* des *Hrn.*
von *Zach*, 1799 Aug., entlehne. *d. H.*

- b) Mit dem sehr mittelmässigen *Inclinations-Compass*
auf der *Pariser National-Sternwarte* fand *Bou-*
vard die *Incl.* am 26ten *Vendem.* $77^{\circ},96$, (70°
 $10'$ der alt. *Einth.*) *v. H.*
- c) Sie veränderte sich vom 10ten *Brum.* bis 7ten *Frim.*
durchaus nicht, obgleich das *Instrument* sehr häu-
fig auf der *Marseiller Sternwarte* beobachtet wur-
de. *v. H.*
- d) Trägt etwa die Nähe der *Pyrenäen* dazu bei, daß
die *Inclination* hier stärker ist, als man sie bei der
südlichen und westlichen Lage des Orts erwarten
sollte? *v. H.*
- e) Eine sehr oft wiederholte Beobachtung. Nach *Bar-*
rometer-Beobachtungen scheint der Ort 132 *Toisen*
über der *Meeresfläche* zu liegen. *v. H.*
- f) Mittelzahlen nach einer grossen Zahl von Beobach-
tungen. Die Berge von *Guadarama* enthalten viel
magnetisches *Eisen*. *v. H.*
- g) Eine genau horizontal gestellte *Magnetnadel* von
derselben Länge wie meine *Inclinations-Nadel*,
macht zu *Madrid* in der Minute regelmässig 8 *Oscil-*
lationen. Ich wäre neugierig, zu wissen, wie viel
sie in *Paris* macht. Ich habe mir vorgenommen,
hierüber mit Hülfe des *Coulombfchen Apparats* ge-

quator zu minder dicht; doch läßt sich nicht daran zweifeln, daß das Minimum der Dichtigkeit nördlich von der Linie ist, indem sie von $18^{\circ} 8'$ Breite, nach dem Aequator hin, wieder zunimmt.

Ich bin nun dahin gelangt, die *Zerlegung der Luft* am Bord des Schiffs mit gleicher Leichtigkeit, als in meinem Laboratorio vorzunehmen. Einen schon angefangenen Aufsatz über diese Zerlegungen werde ich dem National-Institute überschicken, und Sie werden darin finden, daß die Seeluft unter $10^{\circ} 30'$ Breite, in den schönen mond hellen Nächten über 0,30 Sauerstoff enthielt.

Auch über die *Temperatur des Meerwassers* habe ich sorgfältige Versuche angestellt. Sie nahm auf unsrer Reise von 12° bis auf $20,5^{\circ}$ zu, und betrug an der Oberfläche des Meeres

bei Corunna.	12° R.
unter $35^{\circ} 8'$ Breite	13° —
29°	15° —
$20^{\circ} 8'$	17° —
$14^{\circ} 57'$	19° —
$13^{\circ} 30'$	$20,5^{\circ}$ —

Sie wissen, daß die Temperatur der Luft auf die Temperatur des Meerwassers nicht den mindesten

naue Versuche zu Quito und in Mexico anzustellen; es versteht sich, mit einer Nadel von gleicher Länge und Schwere. v. H.

h) Ist es nicht stürmisch, so lassen sich die Oscillationen während 1 Minute auch auf dem Meere sehr gut beobachten. v. H.

Einfluss hat; in einerlei Breite bleibt sie während aller Jahreszeiten dieselbe. Aber überall, wo es Untiefen giebt, ist das Meerwasser kalt, und ich sah so das Thermometer darin von $20,5^{\circ}$ bis auf 18° sinken. Es ist daher in der That ein glücklicher Gedanke, auf den Franklin, Jonathan Williams gebracht hatte, das Thermometer zum Sondiren zu brauchen, *) und ich werde künftig einmahl die Fortsetzung von Williams Karte liefern.

Mein Reisegefährte Bonpland hat schon eine ansehnliche Sammlung von Pflanzen zusammengebracht. Unser Haus besteht aus Quinquina-Holz. Wir werden hier Beobachtungen über den Zitteraal, (*Gymnotus electricus*,) anstellen.

*) *Transact. of the Americ. Soc.*, Vol. 3, pag. 82.