

Physikalische Beobachtungen

des Capitain-Lieutenant

Baron v. Wrangel

während seiner Reisen auf dem Eismeere in den
Jahren 1821, 1822 und 1823.

Herausgegeben und bearbeitet

von

G. F. Parrot,

ordentlichem Mitgliede der russisch-kaiserl. Akademie der Wissen-
schaften und emeritirten Dörptischem Professor.



Mit 4 illuminirten Tafeln und einer Landkarte.

Berlin, 1827.

Gedruckt und verlegt
bei G. Reimer.

✱

4-X A
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
2075

Einleitung.

Die russische Admiralität wünschte eine genauere Aufnahme der Nordküste von Siberien, vom Ausflusse der Lena ab bis zu Cook's Nord-Cap, so wie auch von den nördlich dieser Küste liegenden Inseln zu erhalten. Sie wählte zu dieser Expedition den Capitain=Lieutenant von der Flotte Baron v. Wrangel und den Flotte=Lieutenant Anjou. Ersterer bekam den östlichen Theil dieser Küste, von den Mündungen der Kolyma an bis zum Cap-Nord, Letzterer den westlichen Theil bis zur Lena. So wie dem Lieutenant Anjou die Bestimmung der, nördlich von seiner Linie, der Mündung der Jana gegenüber liegenden Inseln übertragen wurde, so war dem Capitain=Lieutenant v. Wrangel aufgegeben, nördlich vom Cap Schelagskoi ein Land aufzusuchen, welches man, besonders nach der Erzählung des Serjanten Andrejeu, der sich im Jahr 1764 ihm bis auf 20 Wersten genähert haben wollte, vermuthete.

Der Baron v. Wrangel benutzte diese Sendung zu wichtigen physikalischen, nur in solchen hohen Breiten

möglichen, Beobachtungen, durch welche er sich, nicht minder als durch große Gefahren, Mühseligkeiten, Muth und Ausdauer, an die Parry's, Scoresby's und Franklin's anschließt. Am meisten läßt sich seine Reise mit der Franklin's am Kupferminen-Fluß vergleichen. Dagegen ist sie mit den Reisen Parry's und Scoresby's im Gegensatz, in so ferne diese zwei berühmten Seefahrer sich auf dem Wasser dem ewigen Eise des Nordens nähern, um durch dasselbe ein Fahrwasser zu finden, Wrangel aber, von dem ewigen Eise aus, im höhern Norden ein neues Land sucht.

In Begleitung von höchstens vier Europäern und auf schlechten, von oft ausgehungerten Hunden gezogenen, Schlitten hat Baron v. Wrangel seine Reisen auf dem Eise gemacht, alle die zahlreichen Mittel und Bequemlichkeiten entbehrend, die ein zweckmäßig ausgerüstetes englisches Schiff darbietet. Beide russische Eisfahrer, (warum sollte dieser Name, neben dem Namen Seefahrer, nicht angenommen werden?) Wrangel und Anjou, haben auf ihren Zügen jenseits der sibirischen Nordküste den vielfältigen Gefahren und allen Arten des Ungemachs nichts entgegen zu stellen gehabt, als sich selbst.

Noch ehe Wrangel's Gesellschaft ihre Haupt-Station Nischne-Kolymsk erreichen konnte, mußte sie einen ganz öden, 400 Wersten langen, gefrorenen Sumpf in kleinen Tagreisen mit Pferden durchwandern, die kein anderes Futter hatten, als abgestorbenes Gras, welches sie unter dem Schnee herauscharren. Dann ging sie in den letzten Tagen des Septembers bei einer Kälte von 16° R. über

das hohe und felsigte Werchojanische Gebürge, wo sie oft den Weg mit Schaufeln sich bahnen mußte. Erst nach vierzehn Tagen beständigen Bivouakirens in dieser Kälte, und unter schlechten Zelten von Lärchen-Nesten und Fellen, erreichte sie, 700 Wersten nördlich von Jakutsk eine menschliche Wohnung. Von dort reiste sie wieder vierzehn Tage auf die nemliche Art, aber unter einer Kälte, die gleich in den ersten Tagen — 24° R. erreichte, und kam an einen bewohnten Ort, Namens Saschiversk, wo sie zwei russische Familien, einen Stations-Aufseher, einen Küster und einen Geistlichen fanden. Wrangel und seine Gefährten fanden sich höchst angenehm überrascht, und für die bis dahin gehabten Beschwerden reichlich belohnt durch die Bekanntschaft dieses Geistlichen, eines patriarchalischen Greises von 87 Jahren, der, von dem reinsten religiösen Eifer befeelt, seit 60 Jahren sein Amt daselbst verwaltet, und jetzt noch jährlich 2000 Werste zu Pferde zurücklegt, um die zerstreuten Glieder seiner Gemeinde zu besuchen und das Christenthum zu verbreiten. Wrangel setzte seine Reise unter einer Kälte von 32° R. während 23 Tagen bis Nischne-Kolymsk fort.

Hier erlebten die Reisenden späterhin eine Kälte, die öfters bis 42° R. stieg, welche sie aber nicht hinderte ein Observatorium zu bauen und alle Bedürfnisse zu den eigentlich bezweckten Reisen anzuschaffen und einzupacken. Im Freien war das Quecksilber des Niveau beständig gefroren, und bei dem Bau zerbrachen oft die Beile durch die strenge Kälte.

Bei einer Temperatur von -33° R. traten die Reisenden am 19ten Februar 1821 die wissenschaftliche Reise in offenen Schlitten an, durch nichts gegen diese Kälte und den damals herrschenden schneidenden Wind geschützt, als durch ihre jakutische Kleidung. Die Zug-Hunde sogar mußten mit Pelz und Stiefeln bekleidet werden. Dann wehte zuweilen wieder ein feuchter Wind, der ihre Kleider mit Reif überzog und so starr machte, daß sie sich kaum bewegen konnten. An sonnenhellen Tagen verursachte der unaufhörliche Anblick des beschienenen Schnee's heftige Augenschmerzen, die sie, von allen andern Mitteln entblößt, durch Branntwein und Taback's-Öel zu lindern lernten. Nur in der Nacht und bei sehr schlackigem, in ihrem Weiserfahren sie hemmenden, Wetter bargen sie sich unter ihrem schlechten Zelte. Ihre Nahrung bestand nur aus ungekochtem, gefrorenem Fleische und getrockneten, gleichfalls gefrorenen Fischen. Und nicht selten fehlte ihnen diese elende Nahrung, wenn die auf der Hinreise im Eise vergrabenen und mit Eischollen bedeckten Vorräthe von den Eisbären aufgespürt und verzehrt worden waren, gegen welche sie sich selbst überdieß bei Nacht verschanzen mußten.

Auf diesen Eisfahrten trafen unsre Reisenden oft auf Reihen von aufgethürmten Eismassen, deren Höhe bis 80 und 100 Fuß betrug, zwischen welchen sie sich durchwinden oder über welche sie ziehen mußten. Hier häuften sich die Beschwerlichkeiten in einem gänzlich ungeahndeten Grade. Daß scharfe Eis verletzte die Füße der Hunde, nachdem ihre Stiefeln zerrissen waren; oft mußte der Weg mit Brechstangen geöffnet werden; dann fielen zuweilen Hunde,

Schlitten und Menschen in tiefe, mit lockerm Schnee bedeckte Hölungen. Oft mußten die Menschen helfen die beladenen Schlitten fortziehen, die überdieß nicht selten zerbrachen und in diesen Einnden und bei solcher Kälte ausgebessert werden mußten. Es schien sogar, als habe die Natur ein unerhörtes Wunder gethan, um die Reisenden in ihrem Vorhaben aufzuhalten, denn sie trafen oft auf große Eisfelder, die mit kristallisirtem Salze bestreut waren, welches den Hunden das Ziehen äußerst erschwerte und die Sohlen der Schlitten wegschleifte.

Höchst gefährlich sind die Wersten-breiten und in die Länge unabsehbaren Spalten im Eise, die sie täglich, zuweilen mehrere Male des Tages, antrafen. Einige sind mit so dünnem Eise bedeckt, daß die einzelnen Hunde zuweilen einbrechen und die Rerte (Schlitten) nur vermöge ihrer großen Länge getragen wird. Andere sind offen, und bieten mitten in dieser Region der erstarrten Natur den Anblick eines großen freien Flusses dar. Diese mußten auf einem kleinen mitgenommenen leichten Boote überfahren werden, wobei das Ein- und Aussteigen wegen des dünnen Rand-eises, das Fahren selbst aber wegen der schwimmenden, einander zerschellenden großen Eischollen und des sehr unruhigen Wassers, die höchsten Gefahren, besonders bei so großer Kälte, darbot. Zuweilen war dieser Umstände wegen das Boot nicht zu brauchen, und es mußten sich Menschen und Thiere, mit sammt den Schlitten und dem Gepäck, einer großen Eischolle zur Ueberfahrt anvertrauen.

Am drohendsten aber war die Entstehung der Spalten selbst, die mehrere Male, bei Tag und bei Nacht, ganz

nabe an der Station der Reisenden, unvermuthet und mit ungeheuern Krachen statt fand, und einen Riß von 10, auch von 15 Faden Breite bildete, der die Gesellschaft verschlungen hätte, wäre er unter ihnen entstanden. Einmal wurde ihre Lagerstätte in der Nähe einer großen offenen Spalte durch einen solchen Riß während der Nacht in eine schwimmende, den Winden preisgegebene, Insel verwandelt.

Fügt man zu der Aufzählung dieser von weiten Reisen auf dem Polar-Eise unzertrennlichen Mühseligkeiten und Gefahren, daß unsre Eisfahrer sich ihnen ganz ohne Schutz mehrere Male zu 60 und 70 Tage lang preisgaben, ohne eine Nacht oder nur eine Stunde an einer warmen Stelle sich zu erholen, und daß sie sich höchstens hinter Torossen, d. h. Bergen von aufgethürmten Eisschollen, vor heftigen Winden und Stürmen bergen konnten, so wird man dem Eisfahrer überhaupt, nicht minder als dem Seefahrer im hohen Norden, Bewunderung und Theilnahme zollen; und der Physiker wird um so mehr die so theuer erkaufte wissenschaftliche Ausbeute, wenn sie gleich nur den Raum von wenigen Bogen faßt, mit Wärme und Dankbarkeit aufnehmen.

Der Hauptzweck der russischen Admiralität ist erreicht worden. Wrangel und Anjou haben zahlreiche Punkte auf der Nordküste und den Inseln Sibiriens astronomisch bestimmt. Das dem Cap Schelagskoi gegenüber seyn solende Land ist nicht gefunden, dagegen östlicher ein solches von Japan aus in nördlicher Richtung gesehen worden, dessen wirkliches Daseyn auch die Einwohner von Japan bestätigen.

Wrangel hatte keine Zeit, seine physikalischen Beobachtungen zu ordnen und auszuarbeiten, da er bald nach seiner Rückkehr sich zu einer Reise um die Welt vorbereiten mußte, auf welcher er jetzt begriffen ist. Er übersandte mir einen Auszug aus seinem Reise-Journale, nebst einigen Erläuterungen (die ich von ihm erbat) mit der uneingeschränkten Erlaubniß, sie auf die Art herauszugeben, die ich für die Beste halten würde. Ich habe für treue Darstellung der Thatfachen gesorgt, auch dafür, daß der eigentliche Autor in seiner Eigenthümlichkeit auftrete. Ueberall, wo ich fürchten mochte, Wrangel's Ausdrücke nicht ganz verstanden zu haben, oder wo seine Worte in mehr als einer Bedeutung genommen werden konnten, auch da, wo Er eine eigene Meinung über den Zusammenhang oder die Ursache der Phänomene ausspricht, habe ich Ihn ipsissimis verbis sprechen lassen.

Da es unserm Reisenden an Zeit fehlte, um seine Beobachtungen gehdrig zu redigiren, so fehlte es ihm noch mehr daran, sie wissenschaftlich auszuarbeiten, und die wichtigen Schlussfolgen, die sie für die Physik der Erde liefern können, selbst zu ziehen. Ich habe diese Arbeit, theils in Noten, theils in ausführlichen Zusätzen übernommen, die ich, wie natürlich, nicht unter Wrangel's Namen geben durfte. Habe ich Einiges zur Erweiterung der Physik der Erde sonst geleistet, so wird man mir diese Zusätze zu den Beobachtungen unsers trefflichen Reisenden nicht übel deuten.

Die beigelegte Carte ist ein Abdruck der russischen, welche Wrangel und Anjou gemeinschaftlich herausgegeben haben. Nur sind die wichtigern Namen lateinisch

gestochen, und die für unsern Zweck unwichtigen russischen ausgelassen worden. Da überdies die Küste, wegen der sehr zahlreichen Einbuchten, Flußmündungen und kleinen Inselchen, mir undeutlich vorkam, so ist alles Wasser (frei oder mit Eis bedeckt) zur leichtern Unterscheidung des festen Landes, mit einer leichten Tinte schattirt worden.

Parrot.

Physikalische Beobachtungen

des

Capitain = Lieutenant Baron v. Wrangel.

Allgemeine Beobachtungen.

Die dem Cap Swioetoi = Noß (heilige Nase) gegenüber liegende Inselgruppe, deren kleinstes und nördlichstes Individuum, die neu benannte Insel Figurin, unter etwa $76^{\circ} 25'$ Breite liegt, bietet ein auffallendes climatisches Phänomen dar. Dieser um mehrere Grade nördlicheren Lage der drei größten Inseln dieser Gruppe ungeachtet, haben die Jäger, welche den Sommer auf Kotelnoy und Neu-Sibirien zubringen, die Bemerkung gemacht, daß um diese drei Inseln herum das Meer erst in den letzten Tagen des Octobers, weit später als an den Küsten des festen Landes, zufriert. Dagegen bricht das Eis an dieser Küste einen Monat später, als um die Inseln herum, so daß der Winter am festen Lande be-

deutend länger dauert, als an den nördlicher liegenden Inseln. Ist dieses Phänomen allen Inseln des Eismees gemein, und läßt es sich aus der Natur einer Insel = Gruppe erklären? Oder ist es diesen Inseln eigenthümlich, und vielleicht von einer besondern Gestalt und Tiefe des umliegenden Meergrundes und von den im Wechsel der Jahreszeiten herrschenden Winden und Strömungen abhängig?

Im Sommer ist das Eismeer dieser Gegenden an der Küste offen und mit Treibeis übersät, welches durch Winde und Strömungen nach allen Richtungen sich bewegt, und das vielfach beschriebene, zuweilen wahrhaft furchtbare Phänomen des Aneinanderstoßens schwimmender Eisberge liefert. Jedoch bleibt an mehreren Stellen, welche von den Mündungen der Flüsse entfernt sind, das Eis an der Küste fest. Solche Stellen bieten in gewissen Jahren bedeutende Strecken dar, die das Eis niemals verläßt. Ueberhaupt scheint das Verschwinden des Eises in diesen Breiten nicht allein der kurzen Sommerwärme, die nicht im Stande wäre, so dicke Eisdecken zu schmelzen, sondern vorzüglich den im Winter zufällig entstehenden Rissen, den Stürmen und Strömungen, und dem Wasser der Flüsse zuzuschreiben zu seyn. Würde man genau, in welcher Breite das Eis an freien Stellen des Ufers das ganze Jahr hindurch zuletzt sich noch hält, oder wo es eben zu Ende des Sommers durch Schmelzen

verschwindet, so müßte man dort die Gränze des ewigen Eises für diesen östlichen Theil des Polar-meers setzen. Diese Gränze reicht bestimmt etwas tiefer gegen Süden, als die sibirische Küste selbst, und sehr viel tiefer, als im östlichen Theile nach Scoresby's Beobachtungen.

Die zahlreichen Flüsse, welche sich von dieser Küste ins Eismeer ergießen, führen eine ungeheure Menge Eis dahin, welches weder durch die Sonnenwärme, noch durch das Salzwasser des Meeres ganz verschmolzen werden kann, um so weniger, da das Schmelzen eine bedeutende Wärme verschluckt, und die Temperatur des umgebenden Meeres herabsetzt. Es erhält daher die ganze Masse des Nordpolar-Eises jährlich durch die Flüsse einigen Zuwachs. Es behaupten auch die Einwohner des Nordcaps (69° Br.), daß in alten Zeiten die See im Sommer frei gewesen, daß sie jetzt aber, ausgenommen im Jahr 1820, sich schon lange nicht erinnern können, ihr Meer frei von Eis gesehen zu haben.

Allein das Fluß-Eis ist nicht die einzige Ursache der Vermehrung des großen Eisplateau's, das den Nordpol deckt. Wenn dieses fastlose Eis sich das ganze Jahr hindurch erhält, und mit in dem Meer-Eise angetroffen wird, wie weiter unten gezeigt werden wird, so muß Meer-Eis, das immer etwas Salz enthält, sich noch leichter im Meerwasser erhalten, besonders wenn es durch Winde und Ström-

mungen nördlicher getrieben wird, da der vorigen Beobachtung zu Folge, solches Eis sich am festen Lande im Meerwasser ungeschmolzen noch erhalten kann.

Das Eismeer stellt in seinen unabsehbaren gefrorenen Flächen den Anblick eines festen Landes, und zwar des nördlichen waldleeren Sibiriens dar. Dort, wie hier, umkränzen weite Ebenen Berge und Hügel, dort aus ewigem Eise bestehend, hier mit ewigem Schnee und Gletscher bedeckt. Zwischen oder an diesen Bergrücken wird der Schnee durch heftige Winde zwei bis drei Faden (7' engl.) hoch so fest gepackt, daß er sich mit dem Beile spalten läßt. *)

*) Dieser festgebrückte Schnee ist von dem Gletscher-Eise wohl zu unterscheiden. In den Alpen findet man auch festen Schnee, der den Reisenden trägt, dessen Härte aber jene lange nicht erreicht. Dieser feste Schnee, von welchem unser Reisender spricht, kann nicht wohl diesen Zustand nur dem mechanischen Drucke des Sturmwindes verdanken, da bekanntlich der ganz trockene Schnee sich nicht ballt. Auch fällt in andern Zonen im Hochgebirge der Schnee sehr oft mit Sturmwinde zwischen Bergen und in Fels-Schluchten, ohne diesen Grad von Härte zu zeigen, wie wir uns durch einen Anfang von Schmelzung erklären können, deren Bewürkung etwa auf folgende Art geschieht: In der Nähe der offenen Stellen, wo W. diesen so harten Schnee angetroffen, herrschen oft sehr dicke Nebel, welche sich mit dem fallenden Schnee vermischen. Durch dieses Zusammentreten der Dunstbläschen und des Schnees aus höherer und kälterer Luft, werden erstere zerlegt, lassen ihre latente Wärme fahren, welche einige Theile des Schnees schmelzen, die dann, mit den ungeschmolzenen durch die Heftigkeit des Windes zusammengepeitscht, dieses harte Gemisch durch gleich darauf erfolgendes Gefrieren erzeugt.

Sogar das Bild der Flüsse und Seen des festen Landes giebt uns das gefrorne Eismeer in den Spalten und weiten Oeffnungen, in welchen das Wasser im Winter wie im Sommer, unter allen Temperaturen, frei wogt.

Die Luft über dem Eismeere liefert auf den unabsehbaren Eisflächen das Phänomen der irdischen Strahlenbrechung sehr häufig. Entfernte Gegenstände erheben sich und werden sichtbar; ihr Bild verläßt oft den Horizont und schwebt in der Luft. Jedoch schadet das einförmige, blendende, hier die ganze Natur umhüllende Weiß, so wie der Mangel an farbigen Gestalten mit bestimmten Umrissen, der Deutlichkeit und Reinheit der Bilder. Auch ist man zuweilen verleitet, wirkliche Gegenstände für solche optische Täuschungen zu halten. Dahin gehören vorzüglich die Dünste, die sich aus offenen Stellen im Eise erheben, sich durch Kälte zu dunkeln Massen niederschlagen und über der Fläche verbreiten; sogar feste aufgerührte Eismassen erscheinen in der Entfernung unter einer gewissen Beleuchtung oder langen Unbestimmtheit der Formen, als bloße Luftbilder, so daß der sonderbare Fall nicht selten eintritt, daß der Beobachter, selbst durch die Wahrheit, getäuscht wird.

Von den Torossen.

Der Name Toross ist auf der Nordküste Sibiriens üblich, und bedeutet irreguläre Eismassen, die im Eismeere sich befinden und über dem gewöhnlichen Niveau des ebenen Eises hervorragen. Die Torossen unterbrechen häufig, in geringerer oder größerer Höhe die weite unabhsehbare Eisfläche, bald in unregelmäßigen Gruppen, bald als kleine Bergrücken, zuweilen auch als isolirte Stücke, und bieten überall den Anblick von Trümmern dar, die man zum Theil als neu oder frisch mit scharfen Kanten, zum Theil als älter mit mehr oder weniger abgerundeten Formen, gleichsam verwittert, erkennt.

Man kann daher zwei Gattungen von Torossen unterscheiden, die Torossen neuen Bruches und die Torossen alten Bruches. Oft befinden sich beide Arten beisammen, die Eismassen neuen Bruches gewöhnlich über den alten. Indes sind diese äußern Unterscheidungszeichen zwischen Torossen alten und neuen Bruches nicht hinreichend, um jeder Zeit die beiden Arten zu unterscheiden; denn man kann leicht denken, daß Torossen neuen Bruches an ihrer einmal angenommenen Stelle aushalten können, und dort durch die Einwirkung der Temperatur und der Luft, d. h. durch Verwitterung, ihre Ecken und Kanten mehr oder weniger verlieren mögen. Ich stelle daher folgende Charactere der Torossen alten Bruches

Bruches auf: Sie erscheinen als sehr derbe Massen 1) als einzelne isolirte Eisstücke von 20 bis 30 Fuß Dicke und mehr, und über 100 Fuß im Umfange; 2) als Hügel = Bezirke oder unbestimmte Gruppen; 3) als Züge, zu welchen die einzelnen Massen sich aneinander gereiht haben. Ihre Farbe ist schmutzig, stellenweise grau, oft mit Lehm = Erde gemischt, auch ein unbestimmtes Dunkelblau. Der verticale Bruch einer solchen Eismasse zeigt horizontale, parallele, weißlichte Streifen oder Adern, durch welche die dunklere Masse in Schichten abgetheilt ist. Diese Streifen sind nicht regelmäßig vertheilt, oder in gleichförmig ab- oder zunehmender Weite von einander. Doch sind sie im obern Theile häufiger, da hingegen der untere Theil der Eismasse in wenigeren und dickern Schichten durch die weißen Streifen abgetheilt ist. Alles Eis alten Bruches hat keinen salzigen Geschmack. Fig. I. stellt den verticalen Durchschnitt eines isolirten Stückes alten Bruches vor.

Die Torossen neuen Bruches bestehen aus auf- und aneinander unordentlich angehäuften Eisschollen homogenen (d. h. nicht gestreiften) Eises von sehr verschiedener Dicke, die von 3 bis 42 Zoll geht. Die allgemeine Eisfläche, auf welcher sie sich befinden, hat die Dicke von 42 Zoll. Die dicksten dieser Schollen sind sehr wenig durchsichtig, die dünnen mehr. Ihre Farbe ist ein schönes grün = blau und glänzt stark, auch in großer Ferne. Dieses Eis

hat einen schwachsalzigen Geschmack, sogar die von diesen Schollen herabhängenden Zapfen. Je undurchsichtiger und dicker das Eis ist, desto merklicher ist der Salz-Geschmack. Indes finden sich unter diesem Eise einzelne Stücke, die keinen Salz-Geschmack zeigen. Diese Torossen erheben sich mehr oder weniger, und völlig regellos, zuweilen zu 80' Höhe über der allgemeinen Eisfläche, welche dadurch den Anblick eines mit Gerülle von zahllosen, großen und kleinen, kantigen und abgerundeten Steinblöcken übersäeten weiten Feldes gewährt. Lockerer Schnee lagert sich an den Seiten dieser Torossen, den Reisenden beschwerlich und gefährlich, weil die Schlitten, mit sammt Menschen und Hunden, öfters darin einsinken. Fig. II. zeigt einen Zug solcher Torossen am Rande einer offenen Meeres-Stelle; Fig. III. aber einen Zug Torossen alten Bruches mit Stücken neuen Eises auf demselben. So rein die Farbe des Torossen neuen Bruches in der Regel ist, so trifft man doch zuweilen Schollen mit trüber Farbe an, wenn sie an seichten Stellen entstanden sind, wo die Bewegung des Meeres den Grund aufrührt, indes das Wasser gefror. Solche Stücke würden leicht, dem Neuhern nach, für Torossen alten Bruches gehalten werden; da sie aber einen salzigen Geschmack haben und im Innern nicht streifig sind, so kann man sie sehr sicher unterscheiden.

Einige Torossen alten Bruches bilden Hügel, deren Seiten so gesenkt sind, daß man bequem über sie fahren kann. Die durch die alte Torossen gebildeten Hügel sind an Gestalt und Größe verschieden; einige gleichen Kuppeln, andere Kegeln, andere wiederum in die Länge gestreckten Bergen mit allerlei sonderbaren Profils. In ihren Zwischenräumen bilden sich Thäler, deren Scheitel von 10' bis 70' und 80' hoch sich erheben. Der Geschmack ihres Eises ist frisch (seemännischer Ausdruck für nicht salzig) und überhaupt sehr verschieden von dem des Meer-Eises. Es ist gewiß nicht gefrorenes See-Wasser, sondern gefrorenes Regen-, Nebel- und Schnee-Wasser, so wie sich das Gletscher-Eis bildet. In einer tiefen Einsenkung hatten wir (am 4ten April 1821) etwa 175 W. vom festen Lande ein Loch von 2 Arschin ($4\frac{3}{4}'$) Tiefe, und fanden noch immer frisches Eis, wie auf dem höchsten Gipfel. *)

Dazu findet man Torossen, wo das Eis auf das Sonderbarste auf einander geschichtet ist. Es giebt solche, die man Eis rücken nennen kann, deren eine Seite einen ebenen mäßigen Abhang, die andere aber eine senkrechte Wand darbietet. Letztere ist immer gegen das Wasser gefehrt, wenn eine offene Stelle die Basis des Eisrückens bespührt. Die To-

*) Die Sorgfalt, womit unser Reisender den Satz zu konstatiren sich bemüht, daß das Eis der Torossen alten Bruches nicht Meeris sey, muß jeden Physiker sehr willkommen seyn.

rosse, die wir im Jahr 1821 am 6ten April sahen, kann zum Beispiele dienen, und ist in Fig. IV. im Profil abgebildet. Wir hatten uns mit Mühe durch große Torossen durchgearbeitet, und kamen (unser Kurs war S.O.) auf einen engen und ziemlich ebenen Streifen B herausgefahren, der rechts durch niedrige Torossen CC herbstlichen Bruches (im vorigen Herbst entstanden) und von der linken Seite durch den südwestlichen ebenen Abhang einer Erhöhung DD von 42' Höhe, dessen N. O. Seite senkrecht abfiel, begrenzt war. Dicht am Fuße dieser senkrechten Wand-Seite hatte das Meer, so weit das Auge reichte, eine Menge offener Stellen und Spalten mit schwimmenden Eisschollen, welche, nebst der unnatürlichen Lage der Eisschollen und Eismassen, andeutete, daß das Meer in jener N. O. Richtung vor Kurzem aufgebrochen, die zerrissenen Theile aber nicht Spielraum genug hatten, sich ganz von einander zu trennen und umher zu schwimmen. Am Fuße des schrägen Abhanges war durch einige Risse das Wasser mehrere Faden weit ausgetreten. Indem das Aufbrechen des Eises von N. O. gegen S. W. fortgeschritten, hat die wirkende Ursache hier die Eisdecke nur heben können; daher die S. W. Seite ein ebener Abhang blieb, die N. O. Seite aber sich mit großen und kleinen Eisstücken füllte, welche von unten hereingeschoben und hineingepreßt worden.

Höchst auffallend sind die auf diesem Eisrücken auf einander aufgethürmten Eisstücke, die wir da beobachteten. Das Untere E ist 5 bis 6 Fuß dick, und ruhet auf dem schmalen Gipfel der Torosse; der folgende F hat 7 bis 8 Fuß Dicke; auf diesem ruhet ein Eiskloß G von 2' Höhe und einem einzigen Quadratsfuß oberer Grundfläche, auf welcher eine Eismasse H von 10' Höhe und etwa eben so viel im Quadrat ruhet, welche eine Höhe von beinahe 70' über der Meeresfläche erreicht. Daß diese Massen aufgethürmten Eises durch den Frost an einander gelöthet sind, versteht sich von selbst, und dennoch scheint es unbegreiflich, daß sie auch nur einem Sturme widerstanden. Doch noch unbegreiflicher wäre es, wie diese Massen auf eine so kühne Art über einander aufgebaut wurden, wüßte man nicht, daß dergleichen Massen in größerer Anzahl durch die Stürme selbst herauf kommen, der Torosse einen breitem Scheitel geben, der nachher, durch Schmelzung und Einstürzung einzelner Theile, schmaler wird, indeß andere Theile, die besser angelöthet sind, stehen bleiben. Nach diesem Beispiele kann man sich denken, wie mannichfaltig, feck und grotesk diese Nequilibriumskünste der Natur im Polar-Eise sich noch vorfinden mögen.

Auf der schrägen Abdachung, ungefähr in der Mitte der Höhe, zog sich stellweise eine horizontale Spalte A von $\frac{1}{2}$ Arschin Breite. Ich blickte durch diese Oeffnung ins Innere bis ungefähr 8' Tiefe,

und bemerkte kein Wasser. Dergleichen Spalten habe ich nachher noch öfters gefunden, und beobachtet, daß sie immer nur durch eine Dicke von 8' gehen, und daß das Eis dort in Lagen von $\frac{3}{4}$ Arschin (21 Zoll) Dicke gesprengt ist.

Nicht-salzige Eisschollen werden bisweilen in den angehäuften Bruchstücken der Torossen salzigen Bruches unten gefunden. Sie sind isolirt, haben 2' bis 3' im Quadrate und 1' Dicke. Hedenström und die dortigen Einwohner halten diese Schollen für Fluß-Eis, was auch die blaue Farbe und größere Durchsichtigkeit wohl wahrscheinlich macht. *)

*) Man sieht aus dieser ganzen Beschreibung der Torossen (ein wahres Geschenk für die Physik der Erde) daß der Baron Wrangel die unermessliche Eiskuppel, welche unsern Pol bedeckt, als ein Felsgebäude eigenthümlicher Art betrachtet, und nicht bloß physikalisch, sondern auch geognostisch behandelt hat. In der That bestehen große Analogieen zwischen dem Fels-Gebäude unserer Erbrinde und dem Polar-Eise. Beide, Felsen und Eis, entstanden ursprünglich als horizontale Massen, jene durch chemische Niederschläge aus dem Wasser, und diese durch Erstarren des Wassers selbst, und wurden nachher durch mechanische Ursachen, jene durch vulcanische Action, diese durch Stürme und Orkane, zertrümmert und regellos auf einander aufgethürmt, wobei beiderseits freie Stellen zurückblieben, in welchen das Wasser frei waltet, den Himmel abspiegelt, oder in Stürmen wogt. Der Haupt-Unterschied zwischen dem Felsbau unserer Erbrinde und dem Eisbau ihrer Pole ist, daß jener vollendet zu seyn scheint, und nur noch hie und da kleine (für das Ganze unmerkliche) Zertrümmerungen erleidet, dieser aber noch im Wachsthum sich befindet und bedeutende Veränderungen von Jahr zu Jahr, von Jahrhundert zu Jahrhundert, erleidet.

Von den offenen Stellen im Eismeere und ihren Strömungen.

Es ist ein überraschender Anblick, auf der unabherrbaren Eisfläche, in der Region des ewigen Frostes, und mitten im Winter, auf offenes Fahrwasser zu stoßen, das, einem See ähnlich, vom Eise wie von einem Continente eingeschlossen ist, in welchem die Wellen bald sich nur sanft kräufeln, bald mit Sturmes-Gewalt sich bewegen und wie Berge sich erheben. Solche Stellen trifft man häufig nördlich von Siberien an, und sie heißen in der Landessprache Polinjen.

Die für die Schifffahrt wichtigste ist die große beständige Polinje, welche die am festen Lande Siberiens hängende Eisfläche von einem andern nach dem Pole zu sich erstreckenden Eis-Continente trennt. Etwa 25 Wersten *) nördlich von der Insel Kotelnoy und Neu-Siberien friert das Meer auch im Winter nicht zu. Der Sotnik Zatarinoff, der mit dem Geodeten Poschenischen auf Neu-Siberien war, sah die offene Stelle frei von Eisstücken in der angezeigten Entfernung und Richtung im April 1811. H. Hedenström traf im Jahr 1810 auf offene Stellen in 70 Wersten nach Osten von Neu-Sibe-

*) Zur bequemen Berechnung nimmt man an, daß 20 Wersten 3 geographische Meilen ausmachen. Sonst gehen 104 $\frac{1}{2}$ Werste auf 1^o des Aequators, und also beinahe 7 Werste auf 1 Meile.

rien, und fand ihre Richtung nach S.D. H. Flotte-Lieutenant Anjou verfolgte den Rand der offenen Stelle, welche die nördliche Seite Neu-Siberiens und der Insel Kotelnoy umbiegt, und bemerkte an der westlichen Seite derselben nach N.W. von der Insel Kotelnoy eine veränderliche Strömung, welche er für Ebbe und Fluth hielt. Die Jäger, welche sich den Sommer über auf Neu-Siberien aufhalten, bemerken in der Blegoweschalskiischen Meerenge (zwischen Falewskoy und Neu-Siberien) eine beständige Ebbe und Fluth, welche weiter nach Osten nicht mehr gefunden wird. Der Fähnrich der Geodesie N. N. *) entfernte sich im Jahr 1764 nach N. von der Insel der 4 Säulen auf der halben Entfernung einer guten Tagreise, d. h. etwa 40 Wersten, ward in seinem weitem Vordringen durch dünnes Eis aufgehalten, welches, wenn es auf große Entfernungen sich erstreckt, immer als Vorbote einer nahen großen offenen Stelle angesehen werden kann. Wir fanden solch dünnes Eis auf 79 Wersten nach N.N.D. von der nemlichen Insel, und wurden auf 118 Wersten von offenen Stellen aufgehalten. H. Hedenström, auf seiner Reise N.N.D. von Klein-Baranow im Jahr 1810, kam auf eine breite offene Spalte und dünnes Eis, nach seiner Rechnung auf 250 Wersten

*) Ich habe seinen Namen nicht entziffern können.

vom festen Lande *). Er fand die Strömung nach D.S.D. Im Jahr 1821 trafen wir gebrochenes dickes Eis an, in dem sich Spalten und offene Stellen gebildet hatten, auf 140 Wersten, und fanden die Strömung nach D.S.D. $\frac{1}{4}$ Seemeile in 1 Stunde, obgleich der Wind heftig aus N.D. blies. Im Jahr 1822 hielt uns eine offene Stelle und gebrochenes Meer-Eis 270 Wersten N.N.D. von Groß-Baranoff auf, längs welcher wir in S.D. + D. bis zum Meridian des Schelagskoischen Vorgebirgs gingen, und 80 Wersten nördlich von diesem sahen wir die nemliche offene Stelle. Obgleich wir im Jahr 1823 uns von der Mündung des Flusses Jekona auf 109 Wersten nach N.N.D. entfernten, so muß man doch die Entfernung der offenen Stelle nur 25 Wersten vom Lande annehmen. Weiter nach Osten fand H. Heitschmann Matafschin sie auf 5 Wersten vom Lande. Die Strömungen fanden wir bei N.W.-Winde sehr reißend nach S.D., aber nicht beständig. Auch fanden wir, daß die N., N.W.- und oft N.D.-Winde einen so feuchten Nebel bringen, daß unsre Kleider und Zelte naß wurden. Nach

*) Wenn man die Tiefe, welche H. Hedenström in Faden gefunden, mit unsern Messungen im Jahr 1821 und 1822 in der Nähe derselben Stelle vergleicht, so zeigt sich ein auffallender Unterschied, und ich glaube, daß H. Hedenström die Entfernung vom Lande viel zu groß angenommen hat. Dieses ist desto wahrscheinlicher, da diese Angabe auf dem Laufe der Hunde beruht, ohne Verbesserung durch Beobachtung der Polhöhe.

den Aussagen der Tschuktischen entfernt sich die offene Stelle von Cap-Nord weiter gegen N. als von Jakon.

Die hier angeführten directen Beobachtungen und die Luftfeuchtigkeit bei Nord-Winden vereinigen sich zum Beweise, daß in diesem Eismeeere eine sehr große beständig offene Meerenge statt findet, die wenigstens an der N.W.-Küste von Kotelnoy anfängt, der S.D.-Richtung zu folgen scheint, und sich dem festen Lande desto mehr nähert, je näher sie gegen Jakon kommt. Ihre bekannte Länge beträgt demnach ungefähr 270 geographische Meilen. Ihre Breite, und folglich ihre Gränze nach dem Pole zu sind gänzlich unbekannt. Ob diese beständige Polinie sich noch weiter östlich von der Insel Kotelnoy und östlich bis zur Behrings-Straße erstreckt, müssen neue Beobachtungen entscheiden. Die südliche Grenze derselben ist, wie begreiflich, nicht immer dieselbe Linie, sondern nach der Jahreszeit veränderlich. Auch mag es Jahre geben, da diese Gränze vielleicht sich mit der nördlichen vereinigt, und also dieser große Canal verschwindet. Das Eis am diesseitigen Rande ist sehr dünn, und wird daher von N., N.W. und N.D.-Winden leicht gebrochen; dahingegen näher am Lande, da wo das Eis sich ununterbrochen ausdehnt, es durchgängig 9 bis 10 Fuß (engl. M.) dick ist, welches die größte Dicke ausmacht, welche das Eis in diesen Gegenden während eines Winters macht. An der N.W.-Küste von Kotelnoy bricht das Eis

bei W. = und N.W. = Winden wegen der dort statt findenden starken Ebbe und Fluth am stärksten. Merkwürdig ist es, daß das Eis im Ganzen sich in der Richtung von N.W. nach S.D. bricht, welches mit der beschriebenen Strömung (die sich durch N.W. = Winde sehr verstärkt), so auch mit der Richtung der beständigen Polinie, ziemlich übereinstimmt. Meistens ist der W. = und N.W. = Wind der vorherrschende im ganzen Jahre.

Die Strömung dieses Meeres längs der ganzen Küste vom heiligen Cap bis zur kleinen Insel Koljutschin ($67^{\circ} 25'$ nördl. Br. und $150^{\circ} 9'$ östl. Länge von Greenwich) hat im Sommer die Richtung von D. nach W., und im Herbst von W. nach D., dieses bezeugen die Reisen, die im Jahre 1762 vom Kaufmann Schelaurowff ausgeführt bis zum Cap Schelagskoy, die vom Bürger Liakoff im Jahre 1773 auf einem Boote zur ersten Liakoffischen Insel, und die vom Capitain Billings zum großen Barakoff-Stein im Jahre 1787. Die Tschuktischen, welche die Meeres-Küste vom Vorgebirge Schelagskoy bis zur Insel Koljutschin bewohnen, sagten uns, daß im Sommer das Eis sehr rasch nach W. getrieben wird, und daß im Herbst ein entgegengesetzter Strom sichtbar sey. Zwar sagte ein Tschuktische auf dem Nord-Cap, daß die Strömung im Sommer nach D. und im Herbst nach W. gehe; doch kann sich unser Dollmetscher geirrt haben; sonst wäre es

eine sonderbare Ausnahme gerade für dieses Vorgebirg. Capitain Cook fand gleichfalls eine schwache Strömung nach W. im Norden der Behringsstraße. Von H. Hedenström und uns sind in den offenen Stellen im Frühjahre die Strömungen nach S.D. bemerkt, und ich glaube es den frischen N.W.-Winden, die diese offene Stellen bilden, zuschreiben zu können.

Außer der beschriebenen großen beständigen Polinje giebt es in dem ungeheuern von derselben bis zum festen Lande Sibiriens sich erstreckenden Eis-Plateau kleinere offene Stellen, welche dem Reisenden mehr auffallen, als jene beständige. Sie sind nach allen Seiten von der großen Eisfläche umgeben, und tragen an ihren Rändern in der Regel Torossen.

Solcher kleiner Polinjen giebt es eine große Anzahl, welche in der Nähe des Randes der großen Polinje von N.W. nach S.D. gleichsam an einander gereiht sind. Andere befinden sich in derselben Eisfläche unregelmäßig zerstreut. Diese offene Stellen frieren zuweilen zu, und zugleich entstehen neue an andern Orten, so daß es beinahe scheint, als ob das Zufrieren der Einen und die Bildung der Andern in bestimmter Beziehung zu einander stehen. Wir haben über viele solche Stellen übergesetzt und etliche umfahren. Sie erscheinen sehr länglicht, und endigen sich gewöhnlich in Spalten von

unbestimmter Weite. Die größte Länge einer derselben haben wir auf $2\frac{1}{2}$ Werste taxirt, und die Breite auf $1\frac{1}{2}$ Werste; jedoch giebt es welche von 3 und 4 Wersten Länge, die wir weder umfahren, noch, der trüben Luft wegen, ganz übersehen konnten. Diese längern haben immer ihren längsten Durchmesser in der Richtung N.W. nach S.D.

Muthmaßungen über die Entstehung der Polinjen und Torossen.

Diese zwei Phänomene, der offenen Stellen und der angehäuften Eismassen, müssen zusammen betrachtet werden, um über den Ursprung derselben mit Wahrscheinlichkeit urtheilen zu können.

Es ist schwer, sich vorzustellen, daß das Meer bis auf mehrere hundert Wersten vom festen Lande weit zufriere, da mitten im ganz freien Wasser kein Frieren statt findet, und die Bewegung der Wellen dieser Natur-Operation entgegen wirkt. Man muß demnach annehmen, daß schwimmende Massen von Treibeis, die im letzten Sommer nicht geschmolzen sind, Punkte liefern, um welche das Frieren statt finden kann, wodurch die Entfernungen, die der Frost durchzulaufen hat, verkleinert werden. Wenn einiges festes Land sich in nicht allzu großer Weite eines andern befindet, wie z. B. die Inseln Kotelnoy, Salewsky und Neu-Sibirien etwa 200 Werst

vom heiligen Cap, und überdieß noch kleinere Inseln, wie Liachovsky, Stolbovsky u. sich dazwischen finden, so bedarf es nur weniger anderer Anhaltspunkte, um diese Meeresgegend ganz mit Eis zu belegen. Wo aber die Entfernungen bedeutend größer sind, da muß das Meer flüssig bleiben. So erklärt sich das Daseyn der oben beschriebenen großen Polinje, deren südliche Gränze von N.W. nach S.O. geht, wie sie nach diesen Ansichten gehen muß.

Die kleinen unbeständigen Polinjen entstehen in der schon fertigen großen Eisfläche, und verschwinden durch neues Zufrieren ihrer Oberfläche. Es ist bekannt, daß das Eis der Flüsse und Seen im Winter bricht, als wenn es durch eine vertikal hinauf wirkende Kraft geschähe. Diese Wirkung kann von einem Anschwellen des Wassers oder von der strengen Kälte herrühren. Anders ist es im Eismeere, wo das Eis auf der einen oder der andern Seite freies Wasser hat. Hier können heftige Winde das Wasser mit solcher Gewalt unter das Eis treiben, daß dieses an einzelnen Stellen breche, und so Polinjen erzeuge, die nachher bei stillerm Wetter wieder zufrieren, da hingegen bei verändertem Winde, oder gerade, weil dort die offene Stelle geschlossen ist, an einem andern Orte ein Bruch und eine offene Stelle entstehen muß.

Solche offene Stellen können nicht entstehen, ohne daß das sie vorher deckende Eis in Stücken

zerbrochen, und dann, von Wind und Wellen hin und her, an den Rändern und an einander getrieben, sich noch zerstückeln, dabei allerlei Größe und Gestalt bekommen, und oft auf den Rand des festen Eises in bedeutenden Massen hinaufgeschoben werden. So entstehen die Torossen, deren große Höhe sich daraus erklärt, daß die Eisstücke nicht allein auf dem Rande, sondern auch unter demselben geschoben werden, und durch die Steigekraft des Eises neue Brüche am Rand-Eise verursachen, deren Schollen nunmehr viel dicker sind, auf den nächsten Rand wieder geschoben, und durch neue unterwärts und oberwärts geschobene Schollen von gewöhnlicher Dide an Höhe gewinnen.

Bemerkungen des Herausgebers über die obige Data.

Nach obigem Vortrage der Data und der Ansichten des trefflichen Beobachters sey es dem Herausgeber erlaubt, eigene Ansichten in diesem ihm nicht ganz fremden Felde hinzu zu fügen. Um sich aber nicht zu wiederholen, und diese wenigen Blätter nicht überflüssig auszu dehnen, erinnert er an seine in Gilbert's Annalen 1817, B. 27, p. 144 eingerückte Abhandlung: Ueber das Gefrieren des Salzwassers mit Rücksicht auf die Entstehung des Polar-Eises, welche vor den neuen Polar-Reisen, wenigstens vor der Bekanntwerdung ihrer Resultate, erschien. *)

Zunächst und vor allem muß ein Satz Scoresby's berichtigt, oder vielmehr erläutert werden. Dieser berühmte Seefahrer versichert nemlich als Augenzeuge, daß das Meer an Stellen friert, wo keine feste Punkte sind. Allerdings sind unbewegliche Punkte nicht erforderlich, um das Wasser zu kristallisiren, wohl aber die Gegenwart fester oder concreter Materie, Eis, Holz &c., die aber gleichviel auf dem Grunde anstehen oder an der Oberfläche schwimmen mögen. Daher konnte Scoresby das freie Meer um sich herum frieren sehen; waren keine Eisstücke da, so gab sein Schiff die Stützpunkte für die Crystallisation her. Die Landseen im Norden frieren nie von der Mitte aus, son-

*) Diese Bemerkung war nöthig, weil die Resultate dieser neuern Reisen mit den Sätzen dieser Abhandlung so genau übereinstimmen, daß man leicht die Abhandlung für jünger als die Reise-Berichte zu halten in Versuchung kommen möchte.

dern immer am Rande, und wenn es strenge Winter bei uns erfordert, um den Peipus, der an seiner breitesten Stelle nicht 50 Wersten mißt, ganz mit Eis zu bedecken, so wird man sich um so leichter überzeugen, daß das Eismeer, das nach Scoresby erst bei -2° C., seines Salzgehalts wegen friert, nicht an freien Stellen ohne die Gegenwart von concreten Körpern, 300 Wersten vom festen Lande, frieren werde. Man erinnere sich ferner, daß das Wasser etwa bei $4,2^{\circ}$ C. seine größte Dichtigkeit besitzt, und sich in den nächsten kleinern Temperaturen ausdehnt, und also eine unsichtbare Crystallen-Bildung angeht, deren Nadeln sich ihrer Feinheit wegen dem Auge entziehen, und durch ungefrorene Wassertheile von einander getrennt sind. Dieser erste Crystallisations-Zustand zeigt sich fortwährend dem Auge sichtbar im frierenden Salzwasser durch die cristallisirten Lamellen, welche durch Schichten von Salzwasser getrennt sind, bis ein höherer Frost auch diese Schichten zum Frieren zwingt, wie es ausführlich in der angeführten Abhandlung gezeigt worden. Es erzeugt aber diese Crystallisation wie jede andere, so wie auch die Verdampfung des Wassers + E und — E, durch die heterogenen Schichten, im getrennten oder Vertheilungs-Zustande verfest. Zur Ableitung dieser E ist ein fremder, concreter Körper nöthig, eben so gut als in der Eigenschaft eines Stützpunkts. Scoresby beschreibt uns selbst diese kleinen Crystalle unter dem Namen Sludge, welche sich im frierenden Meere zeigen kurz ehe die Oberfläche fest geworden. Diese Erscheinung würde ohne die Nähe eines concreten Körpers nicht statt finden.

Alles Wasser, so auch das Salzwasser, friert also zuerst an den Ufern seines Beckens. Das Eis nimmt immer an Ausdehnung und Dicke zu, je härter und anhaltender

der Frost ist, so daß der verticale Durchschnitt einer solchen Eisdecke, vom Ufer an gerechnet, wenn nicht besondere Umstände die Regel abändern, ein langes Dreieck bildet, dessen größte Dicke nahe am Ufer liegt, die in dem nördlich von Siberien gelegenen Meere 9 bis 10 Fuß ausmacht. Es sey, Fig. V, ab die Weite, bis zu welcher diese Eisdecke in einem Winter reicht; ac die Dicke am Ufer (die hier nach einem viel zu großen Maasstabe in Vergleich der Länge gezeichnet ist), so ist ach der Durchschnitt der Eisdecke für einen Winter. Würde sie nicht durch die Sommerwärme und die Wellen zerstört, so würde im nächsten Winter eine gleich große Eisdecke bdf sich anlegen. Zu gleicher Zeit aber würde unter der ersten Decke ein neuer Anfsatz von Eis cbde sich bilden, der am Lande nicht gleiche Dicke als ac haben würde, sondern eine viel kleinere, weil der Frost in der Tiefe schwerer durchdringt. Im dritten Winter würde sich die neue Decke spg ansetzen, unter der zweiten der Theil dfpn und unter der ersten der Theil ednm, der wieder viel dünner seyn würde als der Theil cbde. Zu bemerken ist es übrigens, daß die Linien cb, df und pg, so auch die Linien ed, mn und np, mithin auch die ganze untere Gränze des Eises mnp, nicht eine gerade, sondern krumme Linien mit der Convexität nach unten sind. Etwas ähnliches mag sich wirklich an dem sibirischen Ufer, da wo keine Flüsse sich in der Nähe ergießen, ereignen, da Wrangel uns berichtet, daß das Eis das Ufer an solchen Stellen das ganze Jahr hindurch nicht verläßt; mit dem Unterschiede, daß, da die Sommerwärme und die Wellen einen bedeutenden Theil des gebildeten Eises zerstören, die Linie ag für drei Winter nicht = 3ab seyn kann. Wie tief der Frost an solchen Stellen in mehreren Wintern reichen kann, ist ganz unbekannt. Aber ge-

wiß ist es, daß es eine Gränze giebt, die in keiner Anzahl von Jahren überschritten werden kann, weil, wie ich es in meiner Physik der Erde, p. 368, bewiesen habe, der Druck des Wassers sich der zum Frieren notwendigen Luft-Entwicklung entgegenstellt. So habe ich auch im geologischen Theile desselben Werks, p. 623 bis 626 durch directe Versuche das analogische Phänomen bewiesen, daß jeder mechanische Druck, auch wenn er nur 2 atmosphärische Drucke beträgt, der Entwicklung des Wasserstoffgases in der Wasserzersetzung durch Eisen und Schwefelsäure sich mächtig entgegensetzt.

Nehmen wir nun nach dem Obigen an, daß das Meer nicht nur an den Ufern, sondern auch in jeder Entfernung vom Lande durch schwimmende Eismassen oder Treibholz zu frieren im Stande sey, so wird eine große Eisfläche von mehreren hundert Wersten eine ungleiche Dicke haben, die größte da, wo die Anfsatzpunkte für die Crystallisation waren, die kleinste in der Mitte zwischen zwei solchen Punkten. Wenn Wind und Wellen während des Frierens das kürzlich gebildete dünnere Eis zerbröckeln, so ist die nach hergestellter Ruhe sich neu bildende Eisrinde dünner als diejenige, an welcher sie sich ansetzt, und die schwimmenden, vom Rande entfernten, Eisstücke liefern neue freie Anfsatzpunkte zur Bildung neuer prismatischer Eistafeln, woraus der Satz hervorgeht, daß die große Eisrinde eine Masse von sehr irregulärer Dicke, und folglich von sehr ungleicher Stärke in verschiedenen Stellen ist.

Wirft man einen Blick auf die Carte Wrangel's und Anjou's, und denkt sich die südliche Gränzlinie der großen Polinje durch die oben bestimmten entferntesten Punkte, die diese zwei Eisfahrer in ihren Reisen auf der Eisfläche erreicht haben, so findet man einen Punkt A in

73° 56' nördlicher Breite und 158° 21' östlicher Länge von Greenwich, dessen kleinste Entfernung von irgend einem Punkte des festen Landes über 300 Wersten ausmacht. Bedenkt man, daß diese große Eisfläche jedes Jahr, bis auf einige von Flüssen entfernte Stellen, sich jährlich ganz erneuert, und also das Gebilde eines Winters ist, da hingegen, nach Scoresby's Angaben, in der nördlicher liegenden Gegend zwischen Grönland und Spitzbergen die kleinste Entfernung der Eisgränze vom festen Lande bei Point=look=out nur etwa 275 Werste beträgt, der großen Nähe des von mehreren Wintern her, den Sommer über im Westen ausdauernden Eises ungeachtet, so muß man annehmen, daß, östlich von Neu=Siberien, eine bedeutende Eismenge von den nördlichen Gegenden her dahin kommt, und daß also im höchsten Norden noch feste Punkte, von Land oder von ewigem Eise, seyn müssen, welche diesen Zuschuß liefern.

Höchst merkwürdig ist es, daß nördlich von Kotelnoy und Neu=Siberien die Eisfläche, die sich in jedem Winter bildet, sich nur bis 25 Wersten erstreckt, und daß, nachdem sie sich östlich so bedeutend erweitert hat, sie östlich von der Mündung der Terkona wieder nur um 25 Wersten vom festen Lande sich entfernt und vollends, weiter nach Osten, nur 5 Wersten Breite erreicht; wonach sie bei dem Nord=Cap 80 Werste überschreitet. Die Ursache dieser großen Ungleichheit muß in den Strömungen gesucht werden. Es herrscht nemlich, nach Wrangel's Berichte, in diesem Meere im Sommer eine Strömung von Osten nach Westen, und im Herbst eine entgegengesetzte von Westen nach Osten. Nun liegt Jakon gegenüber, in einer unbestimmten aber mäßigen Entfernung ein Land, dessen Berge von Jakon aus sichtbar sind, welches also mit dem festen Lande eine Meer-

enge bildet. In diese Meerenge stürzen sich die W.= und N.W.=Stürme mit den aufgeregten Wellen und der Strömung, und hindern dort die vollständige Eisbildung. Wenn dann die Strömung von Osten im Frühjahr hereinbricht, so zerstört sie das ganze Eis des vorigen Winters und reinigt die Küste.

Analogisch mit dem, was hier, bei Jakon, der Augenschein lehrt, müssen wir schließen, daß nördlich von Kotelnoy, Fedejewsky und Neu=Siberien auch ein Land vorhanden ist, welches wegen größerer Entfernung oder aus Mangel an hohen Bergen von Sigurin aus unsichtbar ist und ebenfalls daselbst eine Meerenge bildet, in welcher die Herbstströmung und die W.= und N.W.=Winde die Bildung des Eises auf eine Weite von 25 Wersten beschränken. Daß um das Nordcap herum, wo das Meer offener ist, die Eisgränze sich wieder bis über 80 Wersten erweitert, ist eine Bestätigung unsrer Ansicht.

Diese große Polinje von 270 Meilen Länge und von unbekannter Breite in ihrer Mitte, deren Daseyn durch Wrangel und Anjou außer Zweifel gesetzt ist, kann leicht die Hoffnung rege machen, eine Durchfahrt von Nowaja Semlia nach der Behringstraße zu finden. Allein da alle Seefahrer, welche durch die Behringstraße durchsegelten, endlich durch das Eis in ihrer nördlichen und nordwestlichen Fahrt aufgehalten wurden, so ist es wahrscheinlich, daß das nördlich von Jakon nur gesehene Land sich weit südwestlich erstreckt, und die Durchfahrt durch Inseln oder Niederungen so beengt ist, daß die vielen Eismassen, welche die westliche Strömung dahin führt, schon lange her daselbst festen Fuß gefaßt und den Durchgang versperren haben.

Die Berichte Scoresby's, Saabye's, Wrangel's und Anjou's sind darin einstimmig, daß eine große Menge Eis sich vom festen Lande losmacht und durch Wind und Wellen auf dem offenen Theile des Meeres treibt. Der hohe Norden, sey die Oberfläche Land oder ewiges Eis, liefert gewiß eine ungeheure Menge solchen Treibeises nach den südlichen Gegenden und ersetzt sich desto leichter, je näher am Pole der Rand liegt und je seltener die Südwinde sind, welche daselbst die Ruhe unterbrechen und alte Eisschollen gegen das frische Eis antreiben, so daß die südliche und die nördliche Gränze der großen Polinie von Jahr zu Jahr um etwas näher an einander rücken, woraus zu schließen ist, daß, wenn es auch in einem günstigen Sommer einem kühnen Parry glücken sollte, nach tausend ausgestandenen Gefahren die Behringsstraße einmal zu erreichen, dennoch nie ein Handelsweg in dieser Weltgegend entstehen könnte, weil zu erwarten ist, daß von Jahr zu Jahr das Eis, so auch die Schwierigkeit der Durchfahrt, sich mehren muß.

Diese jährlich zunehmende Ausdehnung des Polareises, die nun durch Thatfachen erwiesen ist, habe ich in der erwähnten Abhandlung, und ehe ich die Beobachtungen Scoresby's, Egede-Saabye's, Franklin's, Wrangel's und Anjou's kannte, ohne selbst je Polareis gesehen zu haben, bloß aus theoretischen Gründen, vorausgesetzt; und diese Uebereinstimmung muß Vertrauen für Theorien erwecken, welche, auf den Naturgesetzen begründet, den Thatfachen gleichsam vorausseilen, und den Weg der Experimental-Forschung bezeichnen. Die Theorie über die Entstehung des Polareises sagt, daß ursprünglich, so bald die Temperatur der Polar-Länder nach ihrer Festwerdung durch den allgemeinen Niederschlag den Frierpunkt für das Meerwasser überschritten hatte, das Meer einfrieren und

bedeutende Eisfelder bilden mußte, deren Breite durch die Winde, Stürme und Strömungen mehr oder weniger begrenzt wurde. Dieses Eis mußte (nach den in der angeführten Abhandlung beschriebenen Frier-Versuchen) salzig seyn, und die Trümmer der Ränder, südlich getrieben, mußten entweder schmelzen, oder auf dem Grunde festen Fuß fassen, oder sich an anderes festes Eis ansiedeln, dort das Klima erkälten und das fernere Gefrieren daselbst begünstigen, wie wir es noch jährlich in den Alpen durch das Vorrücken der Gletscher sehen. Zugleich aber fiel und fällt noch jetzt im Sommer Regen und im Winter Schnee auf diese Eisflächen, wie auf dem festen Lande, wovon ein Theil ins Meer abfließt und die große Polar-Strömung erzeugt, der Rest aber zu Gletscher-Eis wird, welches keinen Atom Salz enthalten kann. Die Atmosphäre lieferte aber und liefert noch eine größere Menge ungesalzene Wassers, das zu Eis wurde, nemlich durch die Nebel, welche die Polar-Gegenden beinahe das ganze Jahr hindurch decken. Die große Eisfläche ist für diese Dünste ein Refrigerator, der sie niederschlägt und dadurch immer neue herbeiführt. Daher der Wechsel von völlig durchsichtigen und von weißen Schichten, die uns das ungesalzene Eis darbietet, und Wrangel in Fig. I. uns gezeichnet hat. Indem die Temperatur der Polar-Gegenden seit dem Ende des allgemeinen Niederschlages, der die Continente dieser Regionen erzeugte, allmählig bis zu ihrer jetzigen Herabstank, dehnten sich die Eisflächen immer mehr über der Wasser-Oberfläche aus, besonders (nach Wrangel's Beobachtung) da, wo keine Flüsse ins Meer fließen, nahm unterhalb bis zu einem uns noch unbekanntem Maximum, oberhalb aber ohne Gränze, an Dicke zu, bis endlich die nicht mehr hinlänglich durch das Wasser und die Cohäsion getragene Last ungeheure Eis-

klumpen, Eisberge von 1000 Fuß Dicke, vom übrigen festen Eise oder vom festen Lande losriß und Wind und Wellen preis gab. Auch die Flüsse, sowohl die auf dem festen Lande, als diejenigen, die im Sommer sich im Eise ihr Bett graben, in dem sie ihr ungesalznes Wasser dem Meere zuführen und leichter frieren als das Salzwasser, Vorgebirge süßen Eises bilden, welche sich mit dem Gletscher-Eis verbunden und das Schicksal derselben erfuhren. Der Eisberg, den Scoresby uns beschreibt, gehört zu dieser Gattung, und der Fluß, der sich durch das Innere des stehen gebliebenen Eises Luft gemacht hat, und von der halben Höhe der Eiswand herabfließt, ist ein solcher Fluß. Ganz damit übereinstimmend ist die schöne Beschreibung, die Egede-Sabye auf Fühnen uns von dem Brechen der Eisberge, die über das Meer sich bilden, liefert. Und wenn wir das in diesen kleinern Breiten beobachten, was haben wir nicht von ähnlichen Operationen im höhern Norden zu erwarten, und was müssen wir nicht voraussetzen für die frühere Zeit, da die, jetzt so große, Eiskuppel des Nordens kleiner, und mithin ihr Rand näher am Pole lag, wo das Wachsthum des Eises in die Höhe weit beträchtlicher seyn muß, als an ihrem jetzigen südlichen Rande.

Wir müssen uns also die meisten der schwimmenden gigantischen Eismassen als solche vorstellen, welche in ihrer größten Tiefe aus einer Schichte salzigen Eises von einer unbekanntem und auch unbestimmten Dicke besteht, die 30 bis 40 Fuß, vielleicht auch mehr, betragen mag. Weiter hinauf aber, so weit sie sich nach oben erstrecken, bieten sie nichts als Gletscher-Eis dar. Da aber nach Scoresby das salzige Eis ein geringeres spezifisches Gewicht hat, als das nichtsalzige, welches aus der Theorie des Frierens sich ohnehin erweisen läßt, so bestehen diese schwimmenden Mas-

sen aus zwei ungleich schweren Theilen, wodurch das sonst unbegreifliche Phänomen erklärbar wird, daß solche Massen sich zuweilen, zur großen Gefahr der nahen Schiffe, plözlich umlegen, wozu manches Mal nur ein kleiner Stoß oder ein lautes Rufen gehört. Denn wenn der schwimmende Eisberg ganz homogen wäre, so würde ein einseitiges Schmelzen (die gewöhnlich angenommene Ursache dieses Phänomens) nur ein sehr langsames, mithin ein nicht gefährliches Umlegen bewirken. Besteht er aber aus ungleich schweren, auf zwei Seiten vertheilten Stücken, so kann das einseitige Schmelzen die Schwerpunkte der Eisstücke und des das Ganze tragenden Wassers in solche Lage gegen einander bringen, daß der geringste Stoß das Umwälzen der ganzen Masse bewirken kann.

Nach den obigen Thatfachen und den darauf begründeten Betrachtungen können wir nun die Erklärung der unbeständigen Polinjen und der Torossen versuchen.

Die unbeständigen Polinjen sind offene Stellen, immer länger als breit, welche im Eise zwischen seiner nördlichen Gränze und dem festen Lande, mitten im Winter entstehen. Oft sind ihrer mehrere, und ihre Hauptrichtung ist mit der der großen, beständigen Polinje ziemlich parallel. Zwischen diesen und dem festen Lande entstehen auch einzelne, und Wrangel bemerkt, daß das Zufrieren der einen in der Regel die Entstehung einer andern veranlaßt. Der Eisbruch, der diese Oeffnungen im Eise überhaupt erzeugt, ist nicht ein Spalten des durch die vermöge der großen Kälte condensirten Eises, wie wir solche Spalten etwa in unsern Seen und Flüssen haben; denn die nördliche Gränze der großen Eisrinde ist frei, liegt auf dem offenen Meere der großen Polinje. Auch kann das Zusammenzie-

hen des Eises durch eine Kälte von 30 und 40 Graden nicht Spalten von mehreren Wersten Breite erzeugen, wenn gleich die große Eisrinde mehrere Hundert Wersten breit seyn würde. Endlich würde das Eis in seiner ganzen Länge, wie groß sie auch seyn würde, spalten, wie es auf unsern gefrorenen Landseen geschieht, und nicht mehrere Polinjen in einer Richtung, durch große und kleine Strecken ungespaltenen Eises getrennt, entstehen.

Die Nord-Stürme im freien Meere der großen Polinje können die Bildung der kleinen Polinjen erklären. Durch sie wird das Wasser in heftigen Wellen gegen Süden getrieben, welche den Rand der Eisfläche, da wo sie ihm begegnen, zertrümmern. Dieses geht jedoch nur bis zu einer gewissen Gränze, so weit als die zunehmende Eisdicke diesem Stöße nicht widerstehen kann, wonach, bei erfolgter Stille, sich dünnes Eis wieder ansetzt. Würde nun von da ab die Eisdicke gegen das Land immer zunehmen, so würde diese Dicke dem Andränge der Wellen widerstehen und keine Polinjen innerhalb der dickern Eisrinde entstehen können, außer etwa an solchen Stellen, wo der Meeresgrund sich bedeutend erhebt und den Durchzug des Wassers verengt, da dann freilich, nach meiner Theorie des Sprungsegels und der hohen Fluthen an den Mündungen der Flüsse und in Meerengen *) die Gewalt des Andranges so groß seyn kann, daß sie sehr dicke Eismassen durchbrechen könnte. Aber es würden die Stellen, wo die kleinen Polinjen entstehen, konstant seyn, und die größere Länge derselben, so wie die Richtung mehrerer hinter einander im Ganzen mit der Richtung der Nordwinde parallel seyn, welches beides nicht ist.

*) S. Parrot's Grundriß der theoretischen Physik, p. 393 und 406. und Parrot's Grundriß der Physik der Erde und Geologie, p. 385.

Es ist aber bewiesen worden, daß die Dicke der Eisrinde sehr ungleich sey, und hierin liegt die Erklärung des Phänomens der unbeständigen Polinjen mit seinen Nebenumständen. Das Eis muß da brechen, wo es am dünnsten ist, und da die durch denselben Wind hergestößten Eisstücke (welche die Ansetzpunkte des neuen Eises geliefert haben) beinahe gleichzeitig in gleicher Entfernung von der sich an Siberiens Küste bildenden Eisfläche ankamen, wo sie durch das um sie gebildete Eis aufgehalten wurden, so ist begreiflich, daß die schwachen Stellen sich ziemlich in paralleler Richtung mit dem Rande der großen Polinje befinden mußten. Diese Erklärung bestätigt sich durch Wrangels Beobachtung, daß das in der Polinje herumschwimmende und auf die Ränder als Toross aufgeworfene Eis (die Eisrümpfer der Polinje) sehr verschiedene Dicke, nicht aber mehr als 42 Zoll haben.

Aber das Herauswerfen der schwimmenden Eisstücke und das Anhäufen derselben bis zu einer Höhe von 70 und 80 Fuß, wie Fig. II. zeigt, ist wieder eine der Lösung werthe Aufgabe. Die Wellen, deren Kraft es vermag, die Eischollen bis zu solchen Höhen zu treiben, können nicht, auch durch die heftigsten Stürme, in diesen Polinjen, ihrer geringen Breite wegen, entstehen. Man weiß, daß z. B. in der Ostsee und im Mittelmeere die Wellen nicht dieselbe Höhe erreichen, als im Ocean. Ihr Ursprung muß also in der großen, beständigen Polinje gesucht werden; und wenn künftige Eisfahrer finden sollten, daß diese freie Meeresfläche nicht hinlänglich breit sey, um den Stürmen eine dieser Wirkung entsprechende Oberfläche darzubieten, so müßte man annehmen, daß sie jenseits des Pols, vielleicht schon südlich von Spitzbergen erzeugt werden, und sich durch die bekannte ungeheure Elasticität des Wassers bis hieher

erstrecken. Indes bietet die Gestalt des Eises, nemlich seine gegen das Land zunehmende Dicke, eine bedeutende Ursache zu einer beträchtlichen Verstärkung des Wellenschlages, besonders wenn man annimmt, daß zugleich der Meeresgrund in derselben Richtung an Tiefe abnimmt, wodurch das Wasser unter dem Eise einen geschlossenen Keil bildet, der völlig die Wirkung des Sprungkegels machen muß. Wenn man bedenkt, daß in diesem Instrumente das plötzlich aufsteigende Wasser nichts anders ist, als eine sich erhebende Welle, und daß eine solche Welle nur von 1 Fuß Höhe einen Strahl von 15' Höhe und eine 3' hohe einen Strahl von 32' erzeugt, so wird man begreifen, wie die Wellen aus der großen Polinje in den kleinen Polinjen einen Wurf von 70', 80' und mehr Höhe bewirken können. Man wird gleichfalls einsehen, wie der Rücktritt einer so heftigen Welle am jenseitigen Ufer neue Eisstücke von der allgemeinen Eisrinde losbricht, die die zweite Welle an das diesseitige Ufer zur Vergrößerung der Torosse schleudert. Auch unter der festen Eisfläche werden Eisstücke mit Gewalt geschoben, indem bei dem Rücktritte ein hohler Raum unter dem Eise entsteht, der nicht gleich durch die nächste Welle ausgefüllt, und also die ihm nahen Eisschollen aufnehmen muß. Wrangel vergleicht dieses Phänomen mit einem Schlunde, der das Eis verschlingt. Diese untergeschobenen Eisschollen mögen diese hohen Torossen zum Theil tragen, und dieses Geschäft nicht der Consistenz des festen Eises allein überlassen.

So die Torossen neuen Bruches, die vom Meerwasser. Ein anderer aber ist der Ursprung der Torossen alten Bruches, oder von nicht gesalzenem Wasser. Wir wissen schon, daß dieses nicht gesalzne Eis ein Produkt von atmosphärischem Wasser ist. Es kann aber theils auf dem festen

Land, theils auf dem festen Eise, theils auch auf schwimmendem Eise sich bilden. Den Ursprung vom festen Lande haben besonders Scoresby und Egede = Saabhe nachgewiesen, und Wrangel hat Fluß = Eis unter den Eismassen der Torossen alten Bruches gefunden.

Je nachdem das am Continente von Land oder Eis gebildete, aber auf der Meeresfläche sich ausbreitende Eis länger oder minder lang seiner Last und der Wirkung der Stürme widerstanden hat, muß dessen Höhe, durch den jährlichen Zuwachs von oben her, zunehmen, und so dürfen wir uns nicht wundern, wenn die ganze Höhe, unter und über dem Wasser, mehrere hundert Fuß zuweilen beträgt, so daß der nach dem Bruche hervorragende Theil 50', 60' und mehr erreicht, welches voraussetzt, daß der untertauchende Theil wenigstens 500', 600' und mehr beträgt. *) Indes können wir nicht annehmen, daß solche Massen immer ihre ganze Höhe, die zuweilen 100 Fuß über dem Wasser beträgt, an ihrem Geburtsorte erreicht haben müssen. Bei ihrer beträchtlichen Tiefe unter dem Wasser müssen sie bald in ihrem Herumschwimmen Grund finden und festen Fuß fassen, wie alle Seefahrer der Polar = Regionen uns erzählen. Hier bleiben sie als ewiges Eis stehen und nehmen durch das atmosphärische Wasser an Höhe immer zu.

*) In der Berechnung der Tiefe solcher Eismassen unter dem Wasser hat Scoresby das Verhältniß derselben zur hervorragenden Höhe = 7 : 1 angenommen, welches mir unrichtig und in seinen Versuchen nicht begründet zu seyn scheint. Wie ist es möglich, daß z. B. das dichteste Eis (also das nichtsalzige) nur um $\frac{7}{8}$ im Seewasser hervorrage, wenn es im (etwas spezifisch leichteren) süßen Wasser um $\frac{1}{8}$ hervorrage?

Die Nordküste Sibiriens kann solche Massen schwimmenden Eises nicht liefern, da sie, nach Wrangels Berichte, sich jährlich, bis auf die wenigen Gegenden, die keine Flußmündungen haben, von allem Eise reinigt. Auch ist der Grund an dieser Küste nicht tief genug (die größte Tiefe, die Wrangel und Anjou beobachteten, ist 161' engl.), um sehr hohe Eismassen schwimmen zu lassen. Wrangel fand aber Torossen alten Bruches (nichtsalzigen Eises) jenseits der Linie der kleinen Polinjen und der Torossen neuen Bruches (Fig. III.), deren Höhe bis 70' über dem Wasser hervorragte, von welchen die Einwohner ihn versicherten, daß sie immer, im Sommer wie im Winter, fest da stehen. Diese Torossen können also nur von einer nördlichen Eisbank dahin gekommen seyn, und so müssen wir nothwendig annehmen, daß näher am Pole, jenseits der großen Polinje, ein Eiscontinent vorhanden ist, und dem Vorurtheile eines freien Wassers am Pole, auch aus diesem Erfahrungs-Grunde widersprechen, wenn nicht schon theoretische Gründe die Idee eines fahrbaren Meers am Pole widerlegten.

Daß zwischen diesem alten Eise sich Stücke salzigen Eises befinden, beweiset, daß nahe an diesen alten Torossen Polinjen statt gefunden haben, deren Eisstrümmen hinein- und hinaufgeworfen worden sind. Die Gestalt, das ganze Ansehen dieser Torossen zeigt übrigens, daß, nach ihrer Ankunft an Ort und Stelle, sie mancherlei Veränderungen durch das Schmelzen im Sommer und durch Zusatz von atmosphärischem Wasser im Winter erfahren haben, und daß der jährliche Zusatz beträchtlicher seyn müsse, als die Abnahme, da die geringe Tiefe des Meers unmöglich Massen von dieser Höhe schwimmend erhalten kann.

Natürlich ausgeschiedenes Meersalz auf dem Eise.

Beinahe überall, wo das Eis nicht mit einer dicken Schnee-Schicht bedeckt ist, sieht man See-Rosol, d. h. Meersalz, welches auf der Eis-Oberfläche sich angesetzt hat. Auf dem dünnen Eise, und besonders in der Nähe der offenen Stellen, fanden wir es in so großer Menge, daß es sich durch eine Schnee-Schicht von 5 Zoll zeigte, weshalb der Schnee an sonnigen Stellen schmolz. Nach Sonnen-Untergang steigt von solchen Stellen ein Dunst auf, welcher sich in einer kleinen Höhe von der Oberfläche aufhält. *)

*) Außer den zwei wohlbekannten climatischen Verhältnissen, der geographischen Breite und der Höhe über dem Niveau des Meers, hat mein Sohn ein drittes, das der Höhe über dem Boden auf seinen häufigen Alpen-Reisen entdeckt. Es verbreitet sich nemlich die im Boden erzeugte Sonnen-Wärme durch die Affinitäts-Wandlung des Wärmestoffs in den untersten Luftschichten schneller und häufiger, als in den höheren. Diese aus direkten Thermometer-Beobachtungen unmittelbar sich ergebende, sehr merklich größere Wärme nahe am Boden, und ihre schnelle Abnahme einige Zolle über dem Boden, macht, daß nahe an der Schnee-Gränze Kräuter, die sonst 10, 12 bis 15 Zoll und mehr erreichen, nur 2, 3 bis 4 Zoll sich erheben können, ihre Stiele und Blätter kleiner werden, oder, wenn die Pflanze sich ihrer Natur nach nicht verkürzen kann, der Stiel nahe am Boden kriecht. Dieselbe climatische Beschaffenheit muß auch auf die Ausdünstung von der nassen Eis-Oberfläche wirken, und die Auflösung der eben aufsteigenden Dünste erzeugen. In meiner Physik der Erde habe ich ähnliche, nahe an der Oberfläche der Erde schwebende Nebel, p. 427,

Man kann das See-Rossol zur Noth zu den Speisen brauchen; es hat aber einen bitteren Geschmack und wirkt abführend, vermuthlich weil das Bittersalz (salzsaure Magnesia) nicht daraus geschieden ist. Die Fischer, die von der Jana nach den Inseln fahren, versorgen sich selten mit Salz, in der Hoffnung, welches auf dem Eise zu finden. Auf dem Rossol schleppt sich die Nerze (der mit Hunden bespannte Schlitten) so schwer, als im Sande.

Dieses Salz ist weißlich, und wenn es sich auf einer festen, trocknen Eiskruste befindet, bildet es kleine halbkugelförmige Häufchen von etwa $\frac{1}{10}$ Zoll Höhe und $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchmesser, die aus kleinen Körnchen bestehen. Diese Häufchen sind durch Streifen desselben Salzes unter einander verbunden. An Stellen, wo kein Schnee ist, frist sich dieses Salz (vermuthlich wenn die Temperatur bis nahe an den Frierpunkt steigt, da dann bekanntlich die Verwandtschaft des Salzes und des Wassers das Eis flüssig macht) ins Eis ein, und macht es weich und zerbrechlich. Liegt aber eine dünne Schnee-Lage über dem Salz, so steigt dieses in den Schnee heraus.

beschrieben, und p. 454 erklärt. Dort wird diese Auflösung durch das mittelst des Sonnenscheins aus den Pflanzen entwickelte Sauerstoffgas bedeutend vergrößert. Hier, mitten auf den Flächen des Polareises, wird dieses Gas aus dem Wasser, welches, besonders das Schnee-Wasser, eine Luft enthält, die an Sauerstoff reicher ist als die atmosphärische, entwickelt. So finden wir ein und dasselbe Phänomen, und durch dieselben Ursachen bewirkt, in den entgegengesetzten Klimaten.

p.

Dieses auffallende Phänomen bedeutender mit Meersalz bedeckter Eisflächen in diesen Klimaten wird begreiflich erscheinen, wenn man weiß, daß man in Schokk durch das Gefrieren des in besondere Behälter gegossenen Seewassers, Salz zum gewöhnlichen Gebrauche scheidet. *)

*) Man dürfte jedoch nicht glauben, daß das gewöhnliche Gefrieren des Seewassers das Phänomen des Rossols erzeugt, sonst müßten wir in südlichen Breiten, da wo das Meer im Winter friert, also z. B. an den Küsten Livlands und Estlands, auch Rossol entstehen sehen. Wenn man überdies den Prozeß des Frierens des gesalzenen Wassers in Erwägung zieht, so sieht man, daß das Phänomen des Rossols durch diesen Prozeß nicht entstehen kann. Denn da das Gefrieren immer von oben anfängt, und das Salz sich größtentheils vom werdenden Eise scheidet, so wandert es durch Affinität in das untere Wasser. Das im Eise übrig gebliebene, welches nur durch Effloresciren oder durch Verdunstung des Eises an die Oberfläche bringen könnte, würde zu der großen Menge des Rossols nicht hinreichen. Wir müssen die Entstehung dieses cristallinischen Salzes in den Polinjen suchen. Man denke sich den großen Wellen-Schlag, der zur Zeit der Stürme statt findet, und die Eisstrümmen am Ufer der Polinje aufthürmt. Die Wellen, die bis 70 und 80 Fuß hoch das Eis schlenbern, müssen sich auf den unabsehbaren, völlig horizontalen Flächen, viele Meilen weit verbreiten, und sie mit einer äußerst dünnen Wasserschichte überziehen, die bei der strengen Kälte sogleich friert. Tausenden solcher Wellen widerfährt in wenig Tagen dasselbe Schicksal. Es ist aber bekannt, daß bei dem Frieren das werdende Eis in einem sehr starken Verhältnisse verdunstet. Der heftige Wind befördert noch diese Verdunstung, und es ist glaublich, daß unter diesen Umständen eine so dünne Wasserschichte beinahe verschwinde und nur ihr Salz zurück lasse. Die Wiederholung dieses Phänomens muß eine sehr dünne Schichte einer starken Salzlauge hinterlassen, die endlich durch Verdunstung cristallisirt. Ich habe in früherer Zeit Versuche über die Verdunstung des Eises selbst an einem vor dem Winde und

D

Meeres-Tiefe.

Ein Blick auf die Carte unsrer Reisen auf dem Eismeeere zeigt, wie rasch die Zunahme der Tiefe nach Osten ist, und wie langsam nach Norden. In einer Entfernung von 200 Wersten (etwa 30 geogr. Meilen) von Klein-Baronoff nach Norden, ist die Tiefe 12 Faden 2 Fuß (der Faden zu 7 engl. Fuß), und 10 Meilen von Groß-Baronoff ist sie 17 Fa-

Sonnenschein geschützten Orte angestellt, woraus es sich ergibt, daß die ausgedünstete Eis-Schichte

bei ganz klarem Wetter und unter $-8,6^{\circ}$ R. $\frac{1}{200}$ Zoll dick

= " " " " " " -13° = $\frac{1}{200}$ " = "

= trübem Wetter " " -3° = $\frac{1}{740}$ " = "

= noch trübere Wetter " " -3° = $\frac{1}{1900}$ " = "

in 24 Stunden ist. Sei nun diese dünne Salzlauge gefroren oder nicht, so ist es gewiß, daß in wenigen Tagen ihr Wasser verdunstet seyn muß, besonders durch die verstärkende Wirkung des Windes und des Sonnenscheins.

Der Prozeß der Salzbereitung durch das Gefrieren des Seewassers in Dchoß war mir unbekannt. Es scheint mir aber dieser Prozeß nur eine Vorbereitung zur Crystallisation, eine Art von Gradirung zu seyn. Denn als ich bei strenger Kälte stark geschwängertes Salzwasser ganz einfrieren ließ, bekam ich nahe am Boden des Glases, als letztes Produkt des Gefrierens, cubische Crystalle von wenigstens neunfacher Größe von denjenigen, welche dasselbe Salz vorher enthielt, die aber in mittlerer Temperatur zerflossen, und also nicht reines Salz waren, sondern nur eine gefrorne gesättigte Salzlauge. Ob bei dem Gefrieren anderer Salzlaugen, wie hier, sich die eigenthümliche Crystallen-Gestalt erhält, ist mir unbekannt. Uebrigens würde das durch bloßes Gefrieren gewonnene Salz, eben so wie das beschriebene Kossol, sein Bittersalz behalten, welches es für den Gaumen und den Magen der in Dchoß wohnenden Europäer ungenießbar machen würde.

p.

den auf dem Fahrzeuge Zafaschka im Jahr 1787 gemessen worden. Bei 250 Wersten nach Norden von dem nördlichen Ausgange der Sabadeschen Straße ist die Tiefe $14\frac{1}{2}$ Faden, und 68 Wersten südlich und 38 Wersten östlich ist sie schon 21 Faden. Die Tiefe, die Capitain Cook östlich vom Cap-Nord fand, zeigt auch eine Zunahme nach der geographischen Länge bis zum Meridian der Baranoffschen Straße. Auf dem Grunde fanden wir (außer einem im Journale angeführten Falle, $72^{\circ} 3'$ Breite und $166^{\circ} 12'$ Länge von Greenwich) überall weichen gräulichten Lehm. *)

*) Diese sehr geringe Tiefe des Meers (Wrangel und Unjou haben keine größere als von 23 Faden oder 161 engl. Fuß beobachtet), so auch ihre geringere Zunahme nach Norden als nach Osten, ist auffallend. Fügt man hinzu, daß die Nordküste von Siberien, bis auf wenige Ausnahmen, eine große Fläche mit sehr schwacher Abdachung darbietet, daß sogar um die von Unjou bereisete gebürgigte Insel-Gruppe die Tiefe nicht größer ist (da doch die Abdachung des Meergrundes in der Regel sich nach der des angränzenden festen Landes richtet), daß außer dieser Insel-Gruppe ein östlich liegendes festes Land nördlich von Jakon gesehen worden, daß endlich wir oben wichtige Gründe gefunden haben, um anzunehmen, daß im Norden und zwischen diesen zwei festen Punkten wahrscheinlich ein Continent sich befindet, so scheint es beinahe gewiß, daß der ganze von Wrangel und Unjou bereisete Theil des Eismeeress nur ein großer Canal ist, der die Behringsstraße mit dem westlichen Eismeeere verbindet.

p.

Das Zurücktreten des Meeres von den Küsten.

Die Meinung, daß das Meer von den nördlichen Küsten Sibiriens zurücktritt, ist bei den Bewohnern Nord-Sibiriens allgemein, und beruht auf folgenden Beobachtungen.

Auf den Küsten, die um etwas Bedeutendes über das Niveau des Meeres sich erheben, und an flachen Ufern bis 50 Wersten landeinwärts, findet man viel verwittertes Treibholz. Die Insel Diomida, die auf der Scheleurischen Carte östlich vom heiligen Cap angezeigt ist, und ehemals vom festen Lande durch eine Meerenge getrennt war, durch welche dieser Seefahrer schiffte, ist nicht mehr vorhanden, und man setzt voraus, daß die Meerenge festes Land geworden sey. Es ist aber diese Voraussetzung unrichtig; sondern es hat das Treibeis diese kleine Insel zerstört, allmählig rasirt, und ihre Trümmer mögen die Durchfahrt ausgefüllt und sich am festen Lande angelehnt haben. Man glaubt auch in diesen Gegenden, daß die jährlich gebildete große Eismenge das Wasser des Meeres vermindern müsse.

Wenn man an den Grundsatz festhält, daß der Ocean in allen miteinander in Verbindung stehenden Meeren und Meerbusen sich in Gleichgewicht stellt, so wird man an das Märchen der Abnahme des Wasserspiegels in diesem oder jenem Theile des all-

gemeinen Meeres nicht mehr glauben können, und alle dafür angeführte Erscheinungen auf eine andere Art leicht erklären. Hier namentlich beweiset das angeführte Treibholz nichts für diese Meinung, denn es bedarf, um diese Holztrümmer weiter und höher als gewöhnlich zu treiben, nur eines ungewöhnlich starken Sturmes. Ganz Europa hat noch die October-Stürme vom Jahre 1824, und die Januar-Stürme vom Jahre 1825 in frischem Andenken, welche in Petersburg das Wasser um 16 Fuß über die gewöhnliche Meeresfläche hob, und Schiffe mehrere Werste weit aufs feste Land schleuderte, welche in Holland die Höhe der Dämme um 4 Fuß überstieg, und in Plymouth den Breakwater zum Theil zerstörte. Das Verschwinden der Insel Diomida ist auf eine andere Art factisch erklärt, und der von der Eisbildung genommene Grund ist falsch; denn, wenn auch das Eismeer ein für sich abgefordertes vom atlantischen und Süd-Meere ganz getrenntes Becken wäre, so würde die Erzeugung des Eises dennoch dessen Niveau nicht um $\frac{1}{10}$ Linie erniedrigen. Auch der Verlust dieses Eises, durch die Nordwinde südlich dahin getrieben, wo es einen Ausgang findet, vermag das nicht; denn, so wie ein Stück Eis dieses Meer verläßt, wird es augenblicklich durch eine an Gewicht gleiche Wassermasse ersetzt.

Jedoch, so überzeugt als wir von der allgemeinen Beständigkeit des Meeres-Niveau in allen Thei-

len des Oceans waren, so haben wir doch, so wie unsre Mittel es erlaubten, in dieser Gegend dafür gesorgt, daß unsre Nachfolger, bei künftiger Bereisung derselben Gegenden, sich hierüber belehren können. Nahe an dem kleinen Baranoffs-Fels, etwa 5 Faden davon, steht eine natürliche steinerne Säule frei; beides, Felsen und Säule, besteht aus Thon-Schiefer, und hängt höchst wahrscheinlich unter dem Wasser zusammen. An diesem vorragenden Theile der Säule habe ich keine Spur einer solchen Verwitterung gefunden, die man der Wasser-Oberfläche zuschreiben könnte, kein Zeichen, das einen höhern bleibenden Wasserstand anzeigte. Wir maassen im Mai 1822 die senkrechte Höhe derselben von dem höchsten Rande bis zur Höhe des Winter-Eises, und fanden sie 30 englische Fuß. *)

*) Dieser Gegenstand, der Abnahme des Niveau's des Meers, ist kürzlich von neuem Gegenstand der Untersuchung durch Bunkerona und Halström an der schwedischen Küste geworden. Die genauen Beobachtungen dieser zwei schätzbaren Naturforscher haben es höchst wahrscheinlich gemacht, daß ein relativer Unterschied des Niveau's zwischen dem Meere und dem festen Lande statt findet, der früher nicht war. Sie schreiben ihn aber nicht einer Abnahme des Meers an der schwedischen Küste zu, die sie nach hydrostatischen Gesetzen gleichfalls für unmöglich halten; sie sind eher geneigt, ihn von einer allmähtigen Hebung des festen Landes herzuleiten. Niemand kann weniger abgeneigt seyn, als ich, solche Hebungen durch vulcanische Action anzunehmen, da ich solche, plötzliche und langsame, in meiner Geologie zur Bildung aller Continente statuiert habe. Indes scheinen mir die aus den Beobachtungen an der schwedischen Küste abgezogenen factischen Resultate nicht hinzureichen, noch weniger die Data

Das Nordlicht.

In diesen Polar-Gegenden zeigt sich das Nordlicht auf folgende Art:

Am nördlichen Horizonte, wann er unbewölkt ist, zeigt sich ein heller und farblosler Streifen in Form eines Kreis-Segments, dessen horizontale Weite anfänglich nur 20°, dann aber bis 80° und mehr einnimmt, und dessen scheinbare Höhe allmäh-

an der Nordküste Sibiriens, um förmlich auszusprechen, daß diese Länder sich in unsern Zeiten gehoben haben. Weit wichtiger für diese Meinung sind die Beobachtungen der Madame Fuhame in Amerika, wenn sie sich ganz so bestätigen.

Wäre Wrangel darauf vorbereitet gewesen, einen festen Punkt für die Bestimmung der Wasserhöhe am Baranoffs-Felsen seinen Nachfolgern zu hinterlassen, so würde er ihm gewiß eine sicherere und unveränderliche Dauer gegeben haben. Denn die Oberfläche seiner Säule von Thon-Schiefer ist allzusehr der Verwitterung und den Stürmen ausgesetzt. Eine eiserne Stange von 2" im Quadrate, von 3' Länge, mittelst eines Steinbohrers bis 2½ Fuß in den Felsen eingesetzt und mit Traß verküttet, so daß nur 6" dieser Stange hervorragte, scheint mir ein fester Punkt zu seyn, der Jahrhunderte hindurch der Luft und den Stürmen trogen würde. Zur Bestimmung des Nullpunkts für das verlangte Maas (welches die größte Schwierigkeit ausmacht) schlage ich eine 4 bis 5 Zoll weite, und etwa 2 Fuß hohe, oben und unten offene, und mit einer Scale innerhalb versehene Glasröhre mit einer Seiten-Öffnung von 2" Durchmesser vor. Diese Röhre müßte am Ufer, zur Zeit zwischen Ebbe und Fluth und bei stillem Wetter, in den Boden eingedrückt werden, so daß das Seitenloch sich im Wasser befände, und der Durchmesser der Röhre durch den Mittelpunkt des Loches mit der Richtung der Wellen einen rechten Winkel bilde. In einer halben Stunde würde das Niveau in der Röhre constant seyn und den Nullpunkt geben.

lig 1° bis 6° ausmacht. Das Licht dieses Segments ist ruhig, nicht so stark, als das des Vollmonds. Dann schießen von Zeit zu Zeit aus dem Segmente, am häufigsten an der Ostseite desselben, unruhige und lichtvollere Strahlenbündel von unten nach oben und erhalten sich einige Zeit als bewegliche Säulen, welche sich, wie nach dem Winde, biegen und krümmen. Diese Bewegung ist eben so merklich, als die der Wolken bei starkem Winde. Andere Säulen entstehen am Segmente, als wären sie von den ersten angezündet. So schwingt sich die ganze Säulen-Gesellschaft nach einer gemeinschaftlichen Richtung hin und her; allmählig verschwinden sie, eine nach der andern, nach 2 bis 3 Minuten. Zuweilen erzeugen sich solche Säulen von stärkerm Lichte als das Segment im Segmente selbst, deren einige nicht über dasselbe hervorragen, andere aber sehr hoch herausschießen. Der Glanz aller dieser Säulen ist merklich stärker, als der des Segments, aus welchem sie zu entstehen scheinen. Nachdem dieses Entstehen und Verschwinden eine sehr unbestimmte Dauer gehabt hat, verschwinden die Säulen ganz und dann auch das blässere Segment. Wenn aber die Säulen sehr unruhig gewesen sind, verschwindet oft die regelmäßige Figur des ruhigen Scheins, und es bilden sich unregelmäßige, krumm- und geradlinigte Lichtfiguren, bald zusammenhängend, bald getrennt, die eine Zeit (eine Viertelstunde, auch län-

ger) sich erhalten, blässer werden, und dann ganz verschwinden.

So der allgemeine Character, der während meines Aufenthalts an der Nordküste Sibiriens statt gehabten Nordlichte. Ueberdies habe ich noch Folgendes beobachtet:

1) Wenn eine Säule aus dem Nordseine hoch nach dem Zenith hinauf gestiegen ist, und der volle Mond sich in der Höhe befindet, zieht sich jene zu einem Lichtkreise um den Mond in einer Entfernung von 20° bis 30° von ihm zusammen, verweilet in dieser Form eine Zeitlang, und verschwindet dann.

2) Wenn das Licht bis zum Zenith, oder nahe bis dahin sich erstreckte, verschwand es in Gestalt schwacher lichter Wolken, die, nachdem das Leuchten verschwunden, weißlicht bleiben, und oft am folgenden Tage noch als wirkliche kleine krause Wolken am Himmel standen.

3) Oft decken dunkelblaue Wolken den Nordhorizont unter dem Scheine. Wegen ihrer großen Ähnlichkeit mit den Dünsten, welche aus dem Eismeere bei plötzlicher Bildung offener Stellen (Polinjen) aufsteigen, scheinen mir diese Wolken der Aufmerksamkeit werth.

4) Wir hörten bei der Erscheinung der Säulen kein Krachen, überhaupt kein Geräusch. Nur wenn das Nordlicht eine große Intensität hatte, wenn die Strahlen sich oft nach einander bildeten, dächte

uns, als höre man wie ein schwaches Blasen des Windes in die Flamme.

5) Die Nordlichte, welche in Nischne-Kolymsk sichtbar sind, haben gewöhnlich ihren Anfang im N.O. = Viertel, und die Mitte der Breite des leuchtenden Segments liegt allgemein im ersten oder zweiten Striche vom wahren Norden nach Osten. Hier bemerke ich beiläufig, daß die Abweichung der Magnetnadel in Nischne-Kolymsk $11\frac{1}{4}^{\circ}$ ist, und zwar östlich.

6) In frühern Zeiten waren, nach der Aussage der Einwohner, die Säulen des Nordlichts in diesen Gegenden oft stärker und häufiger als jetzt, und hatten alle Farben des Regenbogens. Diese Farben sind uns nicht ein einziges Mal erschienen.

7) An den Küsten des Eismees sind die beweglichen Lichtsäulen häufiger und stärker, als in der Entfernung von denselben landeinwärts, und dieses Phänomen hängt nicht von der Polhöhe ab. So auf der Insel Kolutschina, unter der Breite von $67^{\circ} 26\frac{1}{2}'$ (südwestlich vom Nord-Cap) sind diese Säulen weit heller und häufiger als bei Nischne-Kolymsk unter $68^{\circ} 32'$. Am Meere reichen sie oft bis zum Zenith, hier aber selten und nur schwach, und haben nur in der Nähe des Segments starkes Licht.

8) Die allerstärksten Nordlichte sind im November bei eintretendem Froste; im Januar, wenn der Frost das Maximum erreicht hat, sind sie seltener.

9) Nach einem starken Nordlichte soll gewöhnlich ein starker Wind von der Seite blasen, wo die Säulen erschienen. Diese Meinung fanden wir bei den Küsten-Bewohnern allgemein; jedoch hat sie sich durch unsre Beobachtungen in Nischne-Kolymsk nicht bestätigt. Uebrigens mag dieser Widerspruch aus Local-Ursachen entstehen, welche die See-Winde verhindern so weit zu gehen, und oft in der Umgebung der Festung ganz entgegengesetzte Winde erzeugen; im Flecken Pohost, 70 Wersten nördlich von der Festung, weht oft ein starker N.O. = Wind, während wir in Kolymsk Südwind haben.

10) Wenn Sternschnuppen im Bezirke der Nordlichte erscheinen, so entzündeten sich an dieser Stelle, wo der Sternschnuppen durchging, sogleich Feuer säulen, die dann von ihrem Entstehungsorte sich seitwärts (mit dem Winde) bewegen, und es entstehen an ihrer Stelle andere Säulen und Strahlen = Bündel. Daß demnach Sternschnuppen am Entzündeten der Säulen im Nordlichte Theil nehmen, ist oft von mir beobachtet worden.

11) Im Jahr 1822, im November, als wir bei der Aufnahme der Mündung der Kolyma die Nacht auf der See zubrachten, zeigte sich ein Nordlicht, dessen Säulen sich merklich unsrer Gegend näherten, indem sie bei mäßigem N.O. = Winde sich gleichmäßig nach S.W. bewegten. Als sie unserm Zenith sich näherten, nahm ihre Geschwindigkeit zu,

und es schien uns durchaus, als wären sie uns näher, als gewöhnlich die Wolken. Ich kann nicht glauben, daß dieß eine optische Täuschung gewesen sey.

Ich hoffe, daß diese Beobachtungen*) nicht ohne Nutzen für die künftige Erklärung des schönen, den Polar-Gegeuden eigenthümlichen, Phänomens der Nordlichte seyn werden. Einstweilen glaube ich folgendes daraus schließen zu können:

a) Das Zufrieren des Eismeers begünstigt das Entstehen des Nordlichts, vielleicht durch schnelle Ausdünstung während des Gefrierens, vielleicht dadurch, daß bei strenger Kälte das heftige Aneinanderreiben großer schwimmender Eismassen Electricität erzeugt.

b) Das Nordlicht erstreckt sich nicht immer nur in die sehr hohen Regionen der Atmosphäre, dort etwa, wo die feurigen Meteore uns erscheinen, sondern auch bis zu einer bedeutenden Nähe der Erdoberfläche herunter.

*) Man vermist unter denselben welche über die Luft- Electricität während des Nordlichts — weil unser Electrometer zu unempfindlich dazu war.

Br.

Bemerkungen des Herausgebers über die Nordlichte.

Es ist wohl eine vergebliche Unternehmung, jetzt schon eine vollständige Hypothese, noch weniger eine Theorie, über eine Erscheinung zu liefern, welche, nach allen Beobachtungen, besonders auch nach denen unsers Reisenden, wahrscheinlich nicht einfach ist, auf welche so viele Umstände so viel Einfluß haben, daß es oft schwer vorkommt, das Wesentliche vom Zufälligen zu unterscheiden. Wenn ich also, durch die von W r a n g e l gelieferten neuen Data veranlaßt, es versuche, unsre Kenntniß von diesem wichtigen Meteore zu erweitern, so glaube ich nicht diesem wichtigen Probleme völlig zu genügen, und werde es schon für Gewinn halten, einige Standpunkte festgestellt zu haben, von welchen aus das imposante Phänomen sich leichter überschauen läßt, und künftigen Beobachtern eine neue Richtung zu ihren Beobachtungen geliefert zu haben.

Es sey mir zuvor erlaubt, die factischen Resultate der früheren Beobachtungen ganz kurz zu erwähnen, um sie mir und dem Leser ins Andenken zurück zu rufen.

1) Die Frequenz der Nordlichte ist desto kleiner, je entfernter der Beobachtungs-Ort von den Polen ist. Dieses gilt bis zu einer nördlichen Breite von etwa 72°.

2) Die Erscheinung ist den Zeiträumen nach sehr ungleich. In einzelnen Jahren und Jahres-Folgen ist sie häufig, in andern aber selten. Letzteres war der Fall in den letzten Jahren, und zwar nicht nur in Europa. W r a n g e l erzählt, daß die Einwohner der Nordküste Sibiriens ihn versichert hätten, daß die Nordlichte in früheren Zeiten viel häufiger und stärker waren als jetzt.

4) Die Stärke des Nordlichts ist gleichfalls sehr ungleich, in Bezug auf die Intensität des Lichts der Säulen, auf die Anzahl derselben, ihre Ausdehnung gegen den Zenith des Beobachters, und vorzüglich auf die Bildung der sogenannten Kronen. Wran gel hat während drei Jahren zwischen dem 69sten und 72sten Grade nördlicher Breite dieses letztere Phänomen nicht ein einziges Mal gesehen.

5) Die Säulen des Nordlichts haben nach den meisten Beobachtern eine zitternde Bewegung, und oft eine schwankende, wie vom Winde bewirkt. Wran gel hat beide beobachtet und ausdrücklich bemerkt.

6) Die Kronen im Norden haben, nach allen Beobachtungen, eine progressive Bewegung beinahe nach Süden. Ich habe sie an der schönen Erscheinung des 22sten Octobers 1804 wahrgenommen, der durchlaufene Raum schien mir 8 bis 10 Grad zu seyn. Doch ist es bemerkenswerth, daß Maupertuis den Anfang einer Krone südlich von seinem Standpunkte (Tornea) beobachtete, die sich in seinem Zenith ausbildete.

7) Die Strahlen der Kronen sind vielfarbig, und diese Farben sind bald gleichzeitig, bald abwechselnd.

8) Das leuchtende Segment, aus welchem die Säulen ausgehen, ist oft durch dicke Wolken so beschränkt, daß er nur als ein schmaler Bogen erscheint, oder gar nicht. Mairau und Maupertuis haben mehrere solche concentrische Bogen gesehen. Letzterer hat auch (in Tornea) zuweilen keinen Bogen und kein Segment wahrgenommen, sondern einen bloßen Schein, der den ganzen sichtbaren Himmel einnahm.

9) Die Höhe der Nordlichte ist sehr verschieden angegeben worden, bis auf einen gewissen Grad mit Recht. Jedoch möchte die von Einigen angegebene Höhe von 300 Lieues

übertrieben seyn, obgleich sie auf Messungen beruhen soll. Man kennt die Schwierigkeiten solcher Messungen, und die Fehler, welche der ungleiche Gang der gewöhnlichen Uhren, die Bewegung des Meteors, die ungleiche Gestalt, unter welcher es von verschiedenen Standpunkten aus erscheint u. c., erzeugen können. Unser unbefangener Beobachter, der übrigens auch die Nordlichte in sehr hohe Regionen versetzt, glaubt nach seinen Beobachtungen, daß die Enden der Säulen sich zuweilen bis unterhalb der Wolken-Region erstrecken.

10) Die Einwirkung des Nordlichts auf die Magnetnadel ist durch die Beobachtungen von Celsius, Hidter, Winkler, Hemmer, Humboldt, Hansteen u. c. außer Zweifel gesetzt.

11) Die Einwirkung des Nordlichts auf die Luft- Electricität ist (meines Wissens) nur durch Böckmann am Electrophor, Wolke am Condensator und Canton am Electrometer bemerkt worden. Wer aber weiß, wie viele zufällige, oft ganz unbekannte Umstände, vor allem aber der so variable Grad der Luftfeuchtigkeit, nicht nur die Luft- Electricität selbst, sondern vorzüglich die Sprache aller Electroscopie, modificirt, wird nicht auf diese wenigen Beobachtungen diesen Einfluß der Nordlichte für ausgemacht halten.

12) Die Frage: ob die Nordlichte ein Geräusch verursachen, ist bejahend und verneinend zu beantworten. Gmelin, Muschenbroeck, Barentin, Cavallo, Maffier, Edmonston, J. John, Mairna, Gysler u. c. statuiren dieses Geräusch, die drei Erstern jedoch nicht als Ohrenzeugen, sondern nach den Erzählungen der Einwohner des hohen Nordens. Ich habe ein sehr vernehmbares Geräusch bei der Erscheinung des Nordlichts vom 22sten Octo-

ber 1804 gehört, und zwar nicht allein als der Anblick der Krone meine Phantasie ergriffen hatte, sondern vorher, als ich während 3 Stunden ein sehr kaltblütiger Zuschauer war, und nicht ein Mal, sondern 15 bis 20 Mal, d. h. bei jedem neuen Aufblähen der Säulen. Auch der damalige Observator an unserer Sternwarte, Prof. extr. Knorre, versicherte mich am folgenden Tage, dieses Geräusch gehört zu haben. Die meisten andern Beobachter behaupten, nichts gehört zu haben. Ich selbst habe andere, aber viel schwächere, Nordlichte ohne Geräusch beobachtet. Auch Wrangel traut nicht ganz dem Zeugnisse seines Ohrs, da er bei den starken Nordlichtern, die er sah, ein Geräusch wahrzunehmen glaubte, erwähnt jedoch, daß die Nordlichte jener Gegenden ehemals stärker waren, als zu seiner Zeit, und durch Farben des Regenbogens ausgezeichnet, die er aber nie zu sehen Gelegenheit hatte. Der Widerspruch dieser entgegengesetzten Zeugnisse wird durch die Annahme gehoben, daß die Nordlichte nur dann ein Geräusch hören lassen, wenn sie in einem sehr hohen Grade stark sind, oder uns durch ihre größere Nähe scheinen.

13) Der Raum, welchen das Nordlicht einnimmt, ist durchsichtig, wie die Luft, denn man sieht alle Sterne hindurch, diejenigen ausgenommen, deren Lichtstärke nur etwa so groß ist, als die des Nordlichts selbst.

Im Verlaufe eines Jahrs erscheinen die Nordlichte im Durchschnitte vom September bis zum März am häufigsten, in den übrigen Monaten auffallend seltener. Nach Wrangels Beobachtungen sind sie am häufigsten und stärksten vom November bis zum Januar.

Diese Data, so wie die übrigen oben angezeigten Beobachtungen Wrangels sind factisch. Wir wollen nun sehen, was für Schlüsse über die Natur des Nordlichts sich

daraus ziehen lassen, und dann einiges zur Erklärung dieses wichtigen Phänomens versuchen. Zu diesem Behufe ist es gut, die Aufgabe in mehrere Theile zu zerlegen.

Höhe der Nordlichte und ihre Entfernung vom Beobachter.

Die ganz neue Beobachtung Wrangels, daß die Sternschnuppen öfters durch das Nordlicht durchgehen und daselbst neue Säulen erzeugen, sagt uns, daß die Region wenigstens vieler Nordlichte die Region der Sternschnuppen sey. Nun haben Benzenberg und Brandes die Höhe der Leetern (wann sie sichtbar werden) von 4 bis 36 geographischen Meilen nach ihren Beobachtungen gefunden. Nach der Chladnischen Hypothese des cosmischen Ursprunges der Sternschnuppen müssen diese Körper sich lange vorher, aber uns unsichtbar, der Erde genähert haben; und wenn sie überhaupt einen Einfluß auf die Erscheinung der Nordlichte haben, so ist es möglich, daß manches Nordlicht einen höhern Sitz habe, als die obigen 36 Meilen; woraus sich denn die Möglichkeit von Nordlichtern, die man in einer Höhe von 300 franz. Lieues oder 180 geogr. Meilen beobachtet haben will, ergibt. Indes hat man wohl Ursache, an dieser ungeheuern Höhe des Sitzes solcher Meteore zu zweifeln.

Nehmen wir als die kleinste beobachtete Höhe von 4 Meilen der Sternschnuppen für die Höhe des untern am Horizonte erscheinenden Randes des leuchtenden sichtbaren Segments eines Nordlichts an, so wird die gerade Entfernung, in welcher dieser Rand gesehen werden kann, 83 Meilen betragen. Für die größte beobachtete Höhe der Sternschnuppen (36 Meilen) wird diese Entfernung 251 Meilen

groß seyn, und für eine Höhe von 180 Meilen bis zu 584 Meilen anwachsen.

Nach in der kleinsten dieser Entfernungen müßte das durch das Nordlicht erzeugte Geräusch weit heftiger seyn, als der Donner des größten Geschüzes, wenn es bis zum Ohre des Beobachters gelangen sollte. Da es aber entschieden ist, daß einzelne Nordlichte, oder vielmehr die plötzliche Erscheinung und Verschwindung der Säulen derselben, ein vernehmbares Geräusch verursachen, wenn auch einige Erzählungen von seiner Furchtbarkeit übertrieben seyn mögen, so müssen wir daraus schließen, daß bei einigen Nordlichtern diese Säulen sich viel näher gegen den Beobachter neigen. Die kleinste Entfernung, in welcher sie sich befinden müssen, um gehört zu werden, hängt natürlich von der Intensität des Processes ab, welcher das Geräusch erzeugt. Diese Intensität mag oft so schwach seyn, daß der Schall sich nicht eine Meile weit hörbar fortpflanzen kann, zuweilen aber so stark, daß eine Entfernung von zehn Meilen ihn nicht ganz unhörbar macht.

Die Größe des Raums, den der Kern des Nordlichts einnimmt.

Unter Kern des Nordlichts verstehe ich den leuchtenden Raum, wovon wir über dem Horizont nur ein Segment sehen. Wranzel liefert uns einige Data, aus welchen wir, unter gewissen Umständen, auf dessen Größe schließen können. Wir wollen den Fall als denjenigen, wo der Beobachtungsfehler am kleinsten ausfällt, da unser Reisender des Segments Chorde 80° und Höhe des höchsten Punkts 6° fand, und voraussetzen, die senkrechte Höhe der Chorde über ihren Horizont sey 10 geographische Meilen gewesen. Für diesen Fall ist die Entfernung vom Be-

obachter $131\frac{1}{2}$ Meile, und die Chorde des Segments 169 Meilen. Ist nun der Bogen des Segments ein wahrer Kreisbogen, so ist dessen Höhe von $6^\circ = 13\frac{3}{4}$ Meilen, und der oberste Punkt des Segments steht um $13\frac{3}{4} + 10 = 23\frac{3}{4}$ Meilen über der Erdoberfläche. In der Voraussetzung, daß das erscheinende Kreis-Segment der verticale Durchschnitt eines Kugel-Segments wäre, läßt sich aus den obigen Datis der Radius der zugehörigen Kugel auf 264 Meilen (beinahe $\frac{1}{2}$ des Radius der Erde) berechnen, und derjenige Durchmesser des Segments, der die Erdoberfläche berühren würde, auf 221 Meilen. Dieses ganze Segment würde daher auf der Oberfläche der Erdkugel eine Fläche von etwa 15° im Durchmesser decken.

Ich bin weit entfernt, diese Zahl-Resultate *) für allgemein richtig anzusehen; denn es übersieht sich leicht, daß, wenn man andere Data für die niedrigste Höhe über der Erdoberfläche und für die Weite und Höhe des sichtbaren Segments annähme, die Resultate verschieden ausfallen würden. Der berechnete Fall wird unstreitig einer derjenigen seyn, die dem Meteore die größte Ausdehnung geben. Zur Erlangung bestimmter Data wäre es nöthig, a) Nordlichte im hohen Norden gleichzeitig durch zwei oder drei von einander sehr entfernte Beobachter messen zu lassen, um vorzüglich ihre Höhe zu bestimmen. b) Die scheinbare Höhe mehrerer Punkte am Bogen des Segments zu messen, um zu erfahren, ob sie zu einem Kreis-Bogen gehören, so auch ob das Segment sich allmählig wirklich erweitert, oder ob es sich über seinen eigenen Standpunkt erhebt, oder ob es sich dem einen oder andern Beobachter nähert. c) Den

*) Um den Raum und die Figuren zu ersparen, sind die Berechnungen ausgelassen. Der Mathematiker findet sie leicht; der Nicht-Mathematiker liest sie nicht.

Winkel, den die Linie durch das Auge des Beobachters und den höchsten Punkt des Segments, so auch durch die zwei niedrigsten Punkte desselben mit dem Meridian des Beobachtungs-Orts macht, zu messen, um die geographische Lage des Meteors aus diesem Datum, und seiner Entfernung vom Beobachter zu bestimmen. Bei allen diesen Messungen müßte man auf die Refraction Rücksicht nehmen.

Die Gestalt des Nordlichts überhaupt.

In der vorigen Betrachtung des Kerns des Nordlichts, dieses leuchtenden Theils des Meteors, aus welchem alle übrigen Phänomene des Nordlichts ihren Ursprung zu nehmen scheinen, haben wir dessen Masse als ein Kugel-Segment, das auf der Erde ruht, stillschweigend angesehen, und seine Dimensionen für einen besondern Fall berechnet. Allein diese Hypothese ist durch nichts erwiesen, als durch den Umstand, daß das Meteor uns immer hart am Horizonte erscheint, wie sehr seine senkrechte Höhe zuweilen zunimmt. Es könnte eben so gut ein schwebender Strato-cumulus *) seyn, der immer weit genug von uns entfernt wäre, um seinen untern Theil unserm Blicke zu entziehen.

Die gewöhnliche Meinung giebt dem Kerne des Nordlichts die Gestalt eines Bogens von geringer Breite, dessen innerer Raum völlig dunkel ist, einer Art von gekrümmter und liegender Säule. Sie kann aber, nach Wrangels Beobachtungen, nicht wohl bestehen, da dieser unbefangene Beobachter in der Regel das volle Kreis-Segment leuchten sah, und dessen innerer Theil nur dann sich dem Auge ent-

*) Dieser Ausdruck ist von Howarts System der Wolken entlehnt, wo er nemlich die Art von Wolken bedeutet, welche, zusammengebrängt, eine Figur darstellt, deren Höhe, Breite und Dicke nicht sehr unterschieden sind, und Stratus eine in die Länge sich dehnbende Masse.

zog, als Wolken sich am Horizonte bildeten. Auch braucht er in seiner Beschreibung nie den Ausdruck Bogen für diesen Theil des Meteors, sondern immer nur das Wort Segment; welches ein Mißgriff wäre, dessen wir einen so unterrichteten Seemann unmöglich beschuldigen können, wenn das, was er gesehen, nur ein schmaler Bogen gewesen wäre. Auch findet sich in seinem Manuscripte eine flüchtige Zeichnung dieses Segments. Bedenkt man, daß Wrangel die Nordlichte unter dem 69sten bis 72sten Grad der Breite drei Jahre lang beobachtet hat, so wird man ihm in Rücksicht auf die Richtigkeit dieser Beobachtung mehr Vertrauen schenken, als einzelnen Beobachtungen, die in geringerer Breite statt gefunden haben. In kleineren Breiten mag der innere (untere) Theil des Segments gewöhnlich dunkel erscheinen, da hier das Gewölk so häufig ist, daß es in der Regel den untersten Theil des Segments und oft das ganze Segment selbst deckt, so daß man nur die Säulen erblickt. Ich selbst habe ein Paar solche Beobachtungen gemacht, hier in Dorpat im 59sten Grad der Breite. Man mag vielleicht auch zu dieser Meinung von der Bogen-Gestalt des Kerns des Nordlichts durch die Vergleichung mit den Kronen verleitet worden seyn, welche einen ganzen, leuchtenden Ring darstellen, der einen völlig dunkeln Raum einschließt und Strahlen nach außen sendet, indem man das Segment für einen Theil einer sehr großen Krone ansah, dessen Rest unter den Horizont des Beobachters untertauchte. Es mag auch zuweilen ein beobachtetes Nordlicht nur ein Stück einer Krone wirklich gewesen seyn. Allein es sind die Kronen ein von dem Segmente sehr verschiedenes Phänomen, obgleich von ihm abhängig. Denn wenn man auch die spezifischen Unterschiede zwischen diesen zwei Erscheinungen übersehen wollte, so spricht für

diesen Unterschied das im October 1804 beobachtete Meteor unleugbar. Das kleine, kaum merkliche, Segment war in N.N.O. von Dorpat, die Krone aber beinahe am Zenith dieser Stadt, und beide gleichzeitig. Aus N.N.O. kamen die zahlreichen, auf einander folgenden, glänzenden und momentanen Lichtzüge bis zur Krone, die ihr Licht anzufachen schienen.

Endlich erzählt uns Wrangel, daß er Säulen im Segmente selbst entstehen sah, deren einige über den Rand desselben hervorragten, andere aber diese Gränze nicht überschritten. Solche Säulen sind wohl, wie die andern, an der Oberfläche des Kugel-Segments entstanden, aber in größerer Tiefe, weswegen sie verkürzt erscheinen mußten. Daraus ließ sich das sonderbare Phänomen erklären, welches Biot auf der schetländischen Insel Unst erblickte, nemlich von einwärts (nach dem concaven Theile des Bogens) gehenden Strahlen oder Säulen, wenn ich ihn anders recht verstanden habe, und wenn sein Hauptbogen (welches mir wahrscheinlich wäre, wenn er nicht eine Ausdehnung von $128^{\circ} 42'$ erreicht hätte) nicht ein Stück einer Krone gewesen ist.

Es bleibt also dabei, daß der Schein, aus welchem die übrigen Phänomene des Nordlichts, die Säulen und die Kronen entstehen, uns als ein volles, mehr oder minder reguläres Segment erscheint, wann der Himmel zwischen demselben und dem Beobachter rein ist, und daß also dieser Theil des Meteors kein bloßer Bogen ist.

Die physische Natur des Nordlichts.

Der Prozeß, der die Erscheinung des Nordlichts erzeugt, ist höchst wahrscheinlich eine Entzündung. Diese Meinung ist die älteste, auch von Muschenbroë und

Mairan angenommen worden, indem nach Letzterem das Nordlicht aus der an und für sich brennenden Atmosphäre der Sonne, oder aus der Entzündung dieser Sonnen-Atmosphäre mit der Tellurischen entsteht. Sie ist nachher verlassen worden, um andern Hypothesen, als: daß das Nordlicht, eine optische, eine electricische, eine magnetische Erscheinung sey, Platz zu machen. Die zusammengesetzteste derselben ist die des berühmten Biot, in welcher die Electricität, der Erdmagnetismus und vulcanischen Ausbrüche sich vereinigen sollen, um das Nordlicht zu erzeugen.

Die Gründe, welche dafür sprechen, daß das Nordlicht eine Entzündung sey, und zwar eine von Wasserstoffgas, sind folgende:

a) Der bloße Anblick. So sehr uns dieser in manchen Fällen, besonders wenn die Erscheinung weit entfernt ist, irre führen kann, so darf er doch nicht ganz übersehen werden. Man kann in der That die Entstehung der Säulen, ihr Flackern, das bei den stärksten mit einem Geräusche wie von einer lodernden Flamme verbunden ist, ihre schwankenden Bewegungen u. nicht ansehen, ohne unwillkürlich die Vorstellung einer Entzündung sich zu machen. Ob die Beobachtung durch große mit weiten Objectiven versehene Telescoopen nicht noch deutlichere Spuren des Entzündungs-Prozesses liefern würde?

b) Die Beobachtungen Wrangel's, wonach eine schwankende Säule eine andere neben sich erzeugte, als zünde sie diese zweite, schon vorhandene, aber noch unsichtbare Säule an. Eine solche Mittheilung des Lichts können wir uns aus der Electricität, welchen Ursprung wir dieser zuschreiben mögen, nicht anders erklären, als daß wir eine Entzündung als die Ursache des Leuchtens annehmen. Denn, ist die noch nicht leuchtende Säule ein Leiter, so

könnte sie uns nach Berührung des leuchtenden nicht als ein auf seiner ganzen Länge leuchtender Stab erscheinen, sondern höchstens an seinen Enden leuchten. Ist die noch nicht leuchtende Säule ein Nicht-Leiter, so könnte sie die Electricität nicht augenblicklich durch ihre ungeheure Länge hindurch annehmen. Besteht endlich die Säule vor ihrem Leuchten aus abwechselnden heterogenen Stoffen, die einen Voltaschen Prozeß einleiten, so ist die Mitwirkung einer nachbarlichen Säule entbehrlich, um diesen Electro-motor in Thätigkeit zu setzen; und wann er in Thätigkeit wäre (gleichviel aus welcher Ursache), so würden doch nicht einmal dessen Pole leuchten, geschweige die ganze Säule. Denn die Enden der Leiter der Voltaschen Säule leuchten nie, außer wann durch ihre Berührung der Voltasche Kreis geschlossen wird, und das nur auf einen Augenblick. Wenn wir endlich annehmen wollten, daß die aus heterogenen Theilen bestehende Säule nicht für sich den electrischen Prozeß einleitet, sondern die E von der nachbarlichen leuchtenden (d. h. geladenen) Säule erhält, und eine Art von ungeheurer Funken-Illumination darstellt, so könnte diese Illumination nur so lange dauern, als die Berührung mit der geladenen, also nur einen Augenblick. Aber das Leuchten dauert nach der Trennung mehrere Minuten lang. Ueberhaupt sollte man aus der Erklärung eines Phänomens, wo ein dauerndes Leuchten statt findet, alle Ideen von Leuchten durch Electricität entfernen, da der äußerst dünne Lufteraum in den Höhen, wo wir die Nordlichte erblicken, die E augenblicklich ableiten, und ihr nie bis zum leuchtenden Strohme sich anzuhäufen erlauben würde; es müßte denn eine vielmal intensivere E daselbst erzeugt werden, als in der Wolken-Region zur Zeit des stärksten Gewit-

ters; dann würde aber auch kein anhaltendes Leuchten, sondern nur plötzliche Entladungen statt finden.

c) Das partielle und irreguläre Schwanken der einzelnen Säulen, welches, vorzüglich nach Wranfels Beschreibung, oft Krümmungen in den Säulen, und zuweilen Störungen in der regulären Figur des Segments erzeugt, kann nicht eine Folge einer allgemeinen Bewegung der Atmosphäre der Nordlichts-Region seyn, sondern nur eine solche, deren Ursache in den Säulen selbst liegt. Die Electricität vermag dies aber nicht, da sie überhaupt sich nicht daselbst anhäufen kann. Der Magnetismus eben so wenig, da man an den Polen der stärksten Magnete kein Blasen wahrnimmt, wovon ich mich an einem natürlichen Magnete des hiesigen Cabinets (der 87 Pf. trägt) überzeugt habe. Diese Schwankungen kann aber ein Entzündungs-Prozeß erzeugen, der das Gleichgewicht der Atmosphäre an diesen Stellen stört, und zwar ungleichzeitig in verschiedenen Entfernungen vom Segmente, weil jede Entzündung einer meßbaren Fläche eine meßbare Zeit erfordert.

Das allgemeine gleichzeitige Hin- und Her-Schwanken aller Säulen kann auch nicht von irgend einem in jener Region statt findenden, von dem Nordlichts-Prozesse unabhängigen Winde, sondern nur von der Störung des Gleichgewichts der alle Säulen zunächst umgebenden Atmosphäre herrühren. Dieser Störung können wir keine andere Ursache assigniren, als Erwärmungen oder Herfetzungen dieser Atmosphäre, welche beide wir wiederum in Entzündungen begründet finden. Wer einige hölzerne Häuser zugleich in vollem Brande gesehen, hat auch diese partiellen und allgemeinen Schwankungen der Flamme zu beobachten Gelegenheit gehabt.

d) Die Zeit, welche bei der Bildung einer ganzen Säule erforderlich ist, um das Licht vom Segmente ab bis zum äußersten Punkte der Säule fortzusetzen, ist meßbar. Ich habe mich bei jener Beobachtung am 22sten December 1804 davon sehr klar überzeugt. Dies stimmt aber mit der Bewegungs-Geschwindigkeit der Imponderabilien nicht überein, sondern nur mit dem Entzündungs-Phänomen. Man kennt Grothusses Versuch der Entzündung sehr verdünnter Knall-Luft, die, nicht wie im gewöhnlichen dichten Zustande, langsam genug vor sich ging, um ihr progressives Fortschreiten wahrnehmen zu können. Diesem analog ist mein Versuch mit Wasserstoffgas von gewöhnlicher Dichtigkeit, in welchem Phosphor verdunstet war. Als ich die damit angefüllte Röhre, von $\frac{3}{4}$ Weite und 3' Länge öffnete und in geneigter Lage hielt, um die atmosphärische Luft einzulassen, entzündete sich der verflüchtigte Phosphor allein und langsam an dem Sauerstoffgase der eintretenden Luft. Beide Phänomene, die langsame Entzündung des Knallgases im ersten, und die Nicht-Entzündung des Wasserstoffgases im zweiten, erklären sich aus der zu kleinen Hitze, welche bei der Entzündung eines Theils entsteht, um den nachbarlichen augenblicklich zu entzünden.

e) Wrangel hat zuerst, aber öfters, die Erzeugung einer Nordlicht-Säule durch den Durchgang einer Sternschnuppe beobachtet, und nennt sie eine Entzündung, weil ihm das Phänomen nicht anders vorkam, und auch nicht anders vorkommen konnte. Denn wie sollte ein Sternschnuppen, d. h. ein glühender Körper, eine leuchtende Säule erzeugen, wenn nicht ein entzündlicher Stoff da wäre, dessen Entzündung das Licht der Säule liefert? An andern Orten, als in der Nähe der Nordlichte, bringen die Sternschnuppen diese Wirkung nicht hervor.

f) Wrangel hat beobachtet, daß wenn eine Säule die Gegend des Vollmonds erreicht, ein Hof von 40 bis 60 Grad entsteht, und daß, wenn die Säule sich bis nahe an den Zenith erstreckt, sie in Gestalt weißlicher Wolken verschwindet, die oft am folgenden Tage noch sichtbar sind. Diese zwei Phänomene beweisen aber eine Wasserbildung (es seyen diese Wolken gewöhnliche, oder aus Eistheilchen bestehende), die wir nur einer Entzündung von Wasserstoffgas zuschreiben können. Obnein kennen wir in der Natur keine elastische Substanz, die der Entzündung fähig wäre, als solche, welche Wasserstoffgas zur Basis haben. So wie wir es also höchst wahrscheinlich dargethan haben, daß das Phänomen der Säulen eine Entzündung ist, so folgte schon nach dem jetzigen Zustande unsrer Kenntnisse daraus, wenn man nicht leeren Hypothesen von in der Atmosphäre befindlichen Metallen (die auch uns um nichts weiter führen würden) Raum geben will, daß der Wasserstoff ein Hauptbestandtheil des entzündlichen Stoffs sey.

Sollen wir aber aus obigen Gründen das Phänomen der Säulen am Nordlichte für eine Wasserstoffgas-Entzündung halten, so giebt es keinen Grund, warum wir für den Kern eine andere Hypothese aufstellen sollten.

Es ist allerdings nicht zu läugnen, daß keiner dieser Gründe allein und für sich volle Beweiskraft habe; aber ihre Vereinigung begründet die Hypothese so vollkommen, als es bei einem Phänomen möglich ist, das in so großer Höhe und Entfernung von uns seinen Sitz hat, und durch so viele Variationen in seinen Erscheinungen den Stempel der Einfachheit verliert, der in andern Fällen dem Physiker die Erklärung erleichtert. Einen vollständigen Beweis würden wir nur dann haben, wenn wir selbst die Entzündung des Meteors erzeugen, oder wenn wir die Hitze der Ent-

zündung am Thermometer beobachten, oder wenn wir das durch die Entzündung gebildete Wasser auffangen könnten. Dies alles können wir nicht, aber wir sehen diese drei Theile des Phänomens, da wo wir sie sehen können, am Orte des Nordlichts selbst. Die Sternschnuppen entzünden Säulen, und eine Säule entzündet eine andere; die Wirkung der partiellen und allgemeinen Erwärmung der Luft, in welcher das Meteor erscheint, macht sich durch das Schlängeln und Schwanken der Säulen kund; das gebildete Wasser zeigt uns der am Vollmonde sichtbare Hof, und die leichte Wolke, die man erblickt, wenn das Ende einer Säule den Zenith des Beobachters erreicht, das heißt, sich ihm bis zur kleinsten Distanz genähert hat, da denn allein dieses leichte Wölkchen sichtbar seyn kann.

Betrachten wir die übrigen Hypothesen über das Nordlicht, so erkennt man bald ihren Mangel an Haltbarkeit. Es sey erlaubt, hier nur die neueste zu beleuchten, nicht nur weil sie die neueste ist, sondern weil sie von einem der ersten Physiker unsers Zeitalters (Biot) herrührt.

Biot erklärt das Licht der Nordlichte für eine magnetische und electrische Erscheinung. Das Magnetische leitet er von zwei Phänomenen ab: a) von der Richtung der Nordlichte nach dem magnetischen Pole, b) von der Einwirkung des Nordlichts auf die Magnetnadel; und aus der Vereinigung dieser zwei Gründe scheint allerdings die Wahrheit des Satzes bei dem ersten Blicke sogleich hervorzugehen. Allein eine genauere Prüfung dieser Gründe wird die Schwäche derselben darthun.

Die von Biot angeführten Beispiele von Nordlichtern, die sich im magnetischen Meridian des Beobachtungs-Orts befanden, sind zahlreich, allein die beobachtete Richtung des Nordlichts stimmt selten mit der Declinations-Nadel ganz

überein; es kommen Unterschiede von 3, 4, 5 Graden vor. So ist auch mit den Beobachtungen Wrangel's, der den Mittelpunkt des Segments bald im 1sten, bald im 2ten Rhumb nach Osten gefunden hat. Für diejenigen Nordlichte, deren Mitte gerade zwischen beide Rhomben fiel, paßt Biots Hypothese beinahe vollkommen, da die Abweichung der Magnetnadel in Nischne-Kolymsk $11\frac{1}{2}^{\circ}$ östlich beträgt. Für diejenigen aber, welche um einen halben Rhumb rechts oder links abwichen, betrug die Entfernung vom magnetischen Meridian über $5\frac{1}{2}^{\circ}$, und für noch Entferntere ist der Fehler noch größer. Man weiß ferner, daß andere Nordlichte in Europa (wo die Abweichung der Magnetnadel überall westlich ist) entweder im wahren Norden, oder gar östlich erscheinen. Letzteres war namentlich der Fall mit dem großen Nordlichte von 1804. Wir müssen also annehmen, daß die meisten Nordlichte sich um den Pol lagern, bald da, bald dort, wahrscheinlich in einem Umkreise, der nach allen Richtungen 20 bis 30 Grade im Durchmesser messen mag, zuweilen mehr. Somit ließen sich alle beobachtete Lagen der Nordlichte für den Beobachter in Bezug auf den wahren Norden und den magnetischen Pol, ohne daß es nöthig sey, den Nordlichtern ihre Lage und Richtung durch Letzteren anweisen zu lassen. Denn wäre diese Anweisung begründet, so könnten solche Abweichungen, wie beobachtet worden, nicht möglich seyn.

Die Wirkung der Nordlichte auf die Magnetnadel, rücksichtlich der Declination oder Inclination, beweisen zwar irgend eine Beziehung zwischen diesen beiden Erscheinungen, gerade aber nicht die Wirkung des Erdmagnetismus auf die Nordlichte, sondern bestimmt nur eine Einwirkung der Nordlichte auf den Erdmagnetismus, der unsre Nadeln regiert. Das Gewitter (um die Sache durch ein Beispiel zu

erklären) hat mittelst der Elasticität der Luft Einfluß auf den Barometerstand. Werden wir deswegen annehmen, daß der Barometer auf das Gewitter Einfluß habe? Noch mehr: wenn, nach *Biot's* Hypothese, die Nordlichte genau die magnetische Richtung ihres Orts hielten, so würden sie auf die Declination keine Wirkung äußern, als während des Richtens ihrer Säulen (das ganze Phänomen besteht nach *Biot* aus Säulen) in den magnetischen Meridian ihres Orts, und nicht mehrere Stunden lang. Denn befinden sie sich in diesem Meridiane, so können sie keine Ablenkung der Declinations=Nadel erzeugen, wie groß ihre Wirkung auf den Erdmagnetismus seyn möchte. Wohl aber erklärt sich dieser bald statt habende, bald fehlende Einfluß, wenn man annimmt, daß das Nordlicht ein Prozeß ist, der den Erdmagnetismus vermehrt oder vermindert, oder selbst Magnetismus erzeugt, und der Mittelpunkt seiner Kräfte bald im natürlichen magnetischen Meridian unserer Nadeln, bald um einige Grade östlich oder westlich von demselben abweicht. Jedoch soll hiemit nicht gemeint seyn, daß jedes Nordlicht, dessen Mittelpunkt der Kräfte nicht in unserm magnetischen Meridiane liegt, unsre Magnetnadel afficiren müsse. Das Meteor kann so schwach oder so entfernt vom Beobachtungsorte seyn, daß seine Wirkung unmerklich ist.

Das Electriche am Phänomen des Nordlichts leitet *Biot* von der atmosphärischen Electricität her, indem er annimmt, daß diese in verschiedenen Höhen positiv und negativ seyn könne, und daß die Säulen einen Leiter zur Vereinigung dieser beiden E abgeben, der nur aus sehr feinen, durch die dazwischen liegende Luft von einander getrennten, leitenden Theilchen besteht, welche eben durch diese Trennungen den Durchgang beider E sichtbar macht. Das

Leuchtende am Nordlichte wäre also eine ungeheure Funken = Illumination, wie man sie im Kleinen für die physikalischen Vorlesungen bewerkstelligt. Es streitet aber gegen diese Vorstellung Folgendes:

a) Es ist nicht nur nicht erwiesen, sondern auf keine Weise wahrscheinlich, daß in den großen Höhen, wo wir in der Regel den Sitz der Nordlichte annehmen müssen, Luft = Electricität sich erzeuge, da dort die atmosphärischen Prozesse nicht statt finden, welche in den niedern Regionen Electricität erzeugen. *Biot* mit *Gay-Lussac* erhoben sich im Luftballon bei Paris um etwa 3600 Toisen, und sahen allerdings noch keine Wolken höher als sich selbst; *Humboldt* setzt die größte Höhe der Wolken in den Tropen = Ländern auf etwa 4000 Toisen, *Bouguer* gleichfalls; so müssen wir denn als sehr wahrscheinlich annehmen, daß die Electricität erzeugenden, atmosphärischen Prozesse, sogar über den tropischen Ländern, nicht die Höhe von 5000 bis 6000 Toisen, also bestimmt nicht 2 Meilen überschreiten; im hohen Norden werden sie nicht $\frac{2}{3}$ dieser Höhe erreichen. Auch hat *Biot* nicht nachgewiesen, daß + E und — E, gleichzeitig aber von einander getrennt, in diesen Höhen vorhanden seyn.

b) In den großen Höhen des Sitzes der Nordlichte ist die Luft so dünn, wie wir sie mit den allerbesten Luftpumpen bei weitem nicht darzustellen vermögen, und folglich ein sehr vollkommener Leiter. Wie ließ es sich denken, daß eine kleine Schichte derselben zwischen den Stäubchen, woraus die Säulen des Nordlichts nach *Biot* bestehen, diese Stäubchen so isolire, daß die Electricität Funken dazwischen schlagen könnte?*) Aus demselben Grunde wird man

*) *Biot* wird um so mehr das Gewicht dieser Einwendung einräumen müssen, als er das Haftens der E auf den electri-

schwerlich annehmen können, daß bedeutende Quantitäten von entgegengesetzten Electricitäten sich, auch in großer Entfernung von einander, isolirt aufhalten könnten und abwarten, bis eine Nordlicht-Säule sie vereinigte.

c) Wollte man aber annehmen, daß zum Phänomen dieser Funken-Illumination die Erzeugung beider E nicht nothwendig sey, wie es in unsern kleinen Versuchen geschieht, so ist zu bemerken, daß alsdann ein Leiter, dort wie hier, mit der Erde vorhanden seyn müßte. Es kann aber die Luft einen solchen Ableiter nicht abgeben, sie ist zwar in der Region der Nordlichte ein vollkommener Leiter, aber unterhalb dieser Region, nahe an der Erde ist sie der vollkommenste Nichtleiter, und wie wissen bestimmt, daß auch in einem kleinen Zimmer, in welchem die Dicke der Luft-Schichte zwischen den leitenden Wänden und dem Apparate so klein ist im Vergleich mit den Höhen, bis zu welchen die Atmosphäre noch eine mäßige Isolirung leistet, die Funken nicht entstehen, wenn man nicht einen guten Leiter bis zur Schlagweite nähert.

Biot erklärt die Materie des Nordlichts für eine trockene Wolke, und findet in den trockenen Nebeln, wie der des Jahres 1783, der ganz Europa deckte, ein Analogon, wodurch er die Möglichkeit beweiset, daß sehr feine concrete Stäubchen sich lange in der Luft erhalten. Aber dieses sehr gut gewählte Beispiel beweiset diese Möglichkeit noch nicht für eine so ungeheuer verdünnte Luft, als die der Nordlicht-Region. Dann aber ist eine solche Wolke bis zu einem gewissen Grade undurchsichtig, wie der angeführte Nebel von 1783, dessen Undurchsichtigkeit schon in drei bis vier Toisen merklich war. Und wenn Biot seine

festen Körpern einzig dem mechanischen Drucke der Atmosphäre zuschreibt.

staubartigen Wolken aus noch so feinen Theilchen bestehen läßt, so muß doch bei einem Durchmesser von nur einer halben Meile ihre Undurchsichtigkeit sehr beträchtlich werden. Aber jeder merkliche Grad von Undurchsichtigkeit streitet gegen alle Beobachtungen, wonach die Sterne durch das Nordlicht hindurch sichtbar sind, und höchstens durch den Schimmer desselben etwas blaß erscheinen.

Biot nimmt an, die Materie seiner staubartigen Wolken sey vulcanische Asche, läßt sie aus den Eruptionen der großen Vulcane im hohen Norden entstehen, und steht nicht an, dem großen Nebel von 1783 eine solche Entstehung zuzuschreiben. Was diese letzte Behauptung betrifft, so stützt Biot seine Meinung darauf, daß in diesem Jahre jene Vulcane starke Eruptionen hatten. Aber eben in diesem Jahre sind keine Nordlichte von Europa aus beobachtet worden, da wir hingegen über Europa selbst solche hätten haben, ja in denselben eingetaucht leben müssen; denn es war der Stoff da, der Erdmagnetismus gleichfalls, und warum sollte die Electricität gerade in diesem Jahre gefehlt haben?

Was die Hypothese an sich, daß die Materie des Nordlichts die feinste vulcanische Asche sey, betrifft, so steht ihr, außer dem Vorangegangenen, noch entgegen, daß man im mittleren und nördlichen Europa bei jeder Eruption der italienischen Vulcane, Südlichte, den Nordlichtern ähnlich, gesehen haben müsse, welches nie der Fall war, obgleich es zur Zeit des Ausbruches dieser Vulcane an Beobachtern nicht gefehlt haben mag. Die geringere Intensität des Erdmagnetismus in diesen Breiten rechtfertigt die Hypothese nicht, da in derselben der Magnetismus kein anderes Geschäft hat, als die Säulen zu ordnen; das Leuchten selbst ist nur von der atmosphärischen Electricität ab-

hängig, die gerade in den mittlern Breiten die größte Frequenz und Intensität hat, weil daselbst der Wechsel der atmosphärischen Prozesse am häufigsten und stärksten ist. Man müßte also dergleichen Südlichte sehen, deren Richtung nur etwas unbestimmter wäre, als die der Nordlichte. Da ferner in den Polar-Ländern, oder in ihrer Nähe, nur zwei entgegengesetzte Gegenden, Island und Grönland einerseits, und Kamtschatka und die Aleutischen Inseln andererseits ausgedehnte Terrains mit thätigen Vulcanen darbieten, und in den großen Zwischenräumen höchstens nur einzelne unbedeutende Vulcane vorkommen mögen, so ist es schwer einzusehen, wie Nordlichte rings um den Pol in der Richtung Nordens erscheinen sollten.

Endlich ist man in dieser Hypothese zu fragen berechtigt, warum in den Polar-Ländern und überall nahe am Eismeeere und auf demselben täglich Nordlichte erblickt werden, da doch in den großen Eruptionen der nordischen Vulcane jahrelange Pausen statt finden, in welchen die Thätigkeit der unterirdischen Mächte sich nicht nach außen kund thut? Oder soll dieselbe vulcanische Asche immer an Ort und Stelle bleiben, um dieses Schauspiel jede Nacht darzustellen? Dann würde doch die ganze Region der Polar-Gegenden bald mit vulcanischer Asche überfüllt und keine Anordnung derselben in Säulen-Gestalt durch den Erdmagnetismus möglich seyn.

Wenn, dieser Prüfung zufolge, es Biot noch vor 5 Jahren nicht glückte, eine haltbare Hypothese über das Nordlicht aufzustellen, so kann jeder Andere nur schüchtern in diesem Felde der physikalischen Untersuchung auftreten. Folgendes soll daher nicht eine Theorie dieses räthselhaften Phänomens seyn, sondern nur ein Versuch von dem, was jetzt etwa gelöst werden kann.

Stiße einer begründeten Hypothese über die Natur des Nordlichts.

In früherer Zeit bekümmerte ich mich um die so vagen und unhaltbaren Hypothesen über das Nordlicht nicht. Erst als ich meinen Grundriß der Physik der Erde (1814) schrieb, wurde ich bewogen, über dieses Meteor nachzudenken, und warf ein Paar Ideen hin, die mehr in einer Art von wissenschaftlicher Ahndung, als durch sorgfältige Prüfung einige Wahrscheinlichkeit mir zu haben schienen. Ich widmete ihnen daher keine ausführliche Bearbeitung, besonders da ich fühlte, daß noch viele noch nicht vorhandene Data dazu fehlten. Jetzt, da Brangels Beobachtungen viele dieser Data enthalten, sey es mir erlaubt, jene Ideen wieder aufzunehmen und ausführlicher darzustellen.

Es ist schon mit höchster Wahrscheinlichkeit gezeigt worden, daß das Nordlicht, in sofern es für uns sichtbar ist, eine Entzündung eines gasförmigen Stoffs sey, dessen Grundlage Wasserstoff ist. Dadurch ist die Durchsichtigkeit des Meteors gesichert. Jetzt werde ich das übrige Problem in einzelne Fragen zerlegen.

Woher kommt dieses Gas, und warum sammelt es sich vorzugsweise um die Pole herum? Mehrere Prozesse der Natur, besonders die Fäulniß der vegetabilischen und animalischen Stoffe, entwickeln kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, wovon die Sumpflust eine Gattung ist. Diese Gas-Erzeugung ist nicht nur dadurch, sondern auch durch die Analyse des Fäulniß-Prozesses documentirt. Vergeblich bemüht man sich, auf die Versuche mit dem Voltaschen Eudiometer gestützt, dieses Gases Daseyn in der atmosphärischen Luft zu läugnen. Dieser Eu-

diometer kann uns von keiner Quantität irgend eines Gases, die unter 0,005 des Volums wäre, genaue Rechenhaft geben. Es können also der atmosphärischen Luft jedes fremde Gas unter $\frac{1}{2}$ p. C. nach Volum beigemischt seyn, ohne daß es uns indicirt werde, um so mehr, da das gewöhnlich zubereitete Wasserstoffgas immer unrein ist, wenn es nicht, wie ich vor 15 Jahren in meiner theoretischen Physik gelehrt habe, mit ausgeglüheter Kohle in Berührung gesetzt worden ist, wodurch jedes fremde Gas verschluckt wird. Nehmen wir an, daß nur so viel Kohlenstoff-Wasserstoffgas sich entwickle, um die atmosphärische Luft der niedrigsten Region mit 0,0001 zu schwängern, eine Schwängerung, die auch mit meinem Phosphor-Eudiometer nicht zu beobachten ist, und daß dieses erzeugte Gas durch sein etwas geringeres spezifisches Gewicht sich fortwährend in die höheren Regionen zieht; bedenkt man ferner, daß diese Gas-Erzeugung in den heißen Ländern das ganze Jahr hindurch, und in den mittleren Zonen während 9 Monaten jährlich, auf dem festen Lande und an der Oberfläche der Meere statt findet, so wird man begreifen, daß die Menge dieses Gases hinreichen muß, um das Phänomen der Nordlichte damit zu versehen. Könnten wir die ungeheure Menge der in einem Jahre auf der Erdoberfläche faulenden organischen Stoffe nach Gewicht bestimmen, und mit dem Gewichte des Zurückbleibenden vergleichen, so ergäbe sich das Gewicht der erzeugten Gase, und unter andern auch das Gewicht (so auch das Volum) des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases, des Ammonium, des Schwefel-Wasserstoffgases, kurz aller entzündlichen Gase, welche die Fäulniß erzeugt.

Eine Betrachtung drängt sich hier gleichsam von selbst auf. Diese gasförmigen Producte der Fäulniß sind, ein-

zeln genommen, alle der Gesundheit schädlich, und die so bösen Miasmen sind höchst wahrscheinlich besondere Zusammensetzungen derselben. Sollte die Natur nicht ihre Erhebung in der Atmosphäre und ihre Zerstörung im glänzenden Phänomen des Nordlichts beabsichtigt haben, um allen thierischen Geschöpfen Gesundheit und Leben zu erhalten?

Das spezifische Gewicht des Sumpfgases im reinen Zustande ist 0,6 der atmosphärischen Luft. Da aber Kohlen Säure und andere Gase mit entwickelt werden, so mag ein Theil der Kohlen Säure (der übrige, größere Theil wird bekanntlich durch die Vegetation verbraucht) sich damit verbinden und das spezifische Gewicht des Gemisches nicht um so viel kleiner seyn, als das der atmosphärischen Luft. Dieses Luftgemisch, beinahe mit Wasser gefättigt, muß sich in abgesonderten Portionen, nach der Größe der Flächen, wo es gebildet wird, langsam erheben, und schon bei diesem Aufsteigen säulenförmige Gestalten annehmen, und dem Zuge der Atmosphäre folgen. So lange diese Säulen innerhalb der großen Luftströmung von den Polen nach dem Aequator sich befinden, strömen sie, durch die Winde zugleich in den untern Regionen hin- und hergetrieben, aber doch im Ganzen dieser Gegend zu; dann aber nehmen sie, nach überschrittener Gränze beider Strömungen, ihren Weg, von den Winden nicht mehr beunruhigt, gerade nach den Polen. Auf diesem langen doppelten Wege vermischen sie sich zwar immer etwas mehr mit atmosphärischer Luft, aber das Gemisch ist und bleibt immer etwas leichter, als die reine Atmosphäre der Region, in welcher sie sich befinden.

Denkt man sich nun die letzte Strömung als ungeführt und von allen Seiten gleichzeitig statt findend, so müssen sich bald Massen dieses entzündlichen Gases von

ungeheurer Ausdehnung über die Pole sammeln, und eben so große Massen gewöhnlicher atmosphärischer Luft daselbst verdrängen, welche ohnehin sich nach dem Aequator auszubreiten trachtet.

Die zu diesen Strömungen erforderliche Zeit wird durch den Umstand angezeigt, daß der Anfang der häufigen Nordlichte im Herbst ist. Man kann zwar annehmen, daß jeder Monat zahlreiche Nordlichte habe, am meisten aber haben sie der October, November und December, und so muß es in dieser Hypothese seyn. Die Aequinoctial-Gegenden liefern das entzündliche Gas das ganze Jahr hindurch, die mittleren Breiten aber nur in ihrer warmen Jahreszeit. Jenes Gas liefert allmählig die Nordlichte für alle Monate, dieses den Ueberschuß erst für die genannten Monate, weil die doppelten Strömungen eine nicht geringe Zeit erfordern, um das Gas endlich an die Pole gelangen zu lassen. Um diese Hypothese völlig zu begründen, sollte die Theorie die Geschwindigkeit des Aufsteigens, die Geschwindigkeit der atmosphärischen Strömungen, die Gränze zwischen den beiden entgegengesetzten Strömungen der Höhe über der Erdoberfläche nach bestimmen, und mit der eben genannten Zeit, da die häufigsten Nordlichte statt finden, vergleichen. Allein es fehlen uns dazu alle Data, und die irregulären Winde würden noch zahlreiche Anomalien in den Resultaten der Rechnung veranlassen. Wir werden uns also noch lange mit oberflächlichen Schätzungen begnügen müssen.

Hier treffen wir aber auf eine Schwierigkeit, zu deren Lösung die Versuche in unsern kleinen Laboratorien schwerlich hinreichen werden. Das immer spezifisch leichtere entzündliche Gas muß immerfort steigen und die äußerste Gränze erreichen, welche die mögliche Ausdehnung der Gase

überhaupt gestattet. Dadurch käme es gewiß in weit größeren Höhen, als diejenigen sind, in welchen man die meisten Nordlichte beobachtet hat. Es ist ferner nicht zweifelhaft, daß einige Nordlichte uns in bedeutend kleinern Höhen erscheinen, als andere. Die Natur muß also ein Mittel besitzen, das entzündliche Gas herabzuziehen oder es zu verhindern, die möglichst größte Höhe zu erreichen. Auf die Spur dieses Mittels zu kommen, sey jetzt unsre erste Pflicht.

Die Kälte der höhern Regionen schlägt aus jedem Gase das hygrometrische Wasser nieder, und macht das Gas etwas schwerer. Allein diese Operation ist schon geschehen, ehe es die Höhe von 2 Meilen unter dem Aequator erreicht hat, und in größern Breiten viel früher. Dieses ist also das Mittel nicht.

Jedes neu ankommende Gas-Volum drückt die ihm im Wege liegende Masse nach unten, so daß man annehmen muß, daß nahe über den Polen eine Strömung von den obersten Regionen nach den untern statt findet, die sich dann in eine horizontale verwandelt, von den Polen nach dem Aequator. So erscheint eine Möglichkeit, daß die entzündlichen Gas-Massen mit nach unten fortgerissen werden; allein sie werden doch immer im Ganzen ihren angenommenen Stand über der gemeinen Luft behaupten, so daß man schwerlich alle Nordlichte daraus erklären könnte.

Die Versuche über die gleiche Condensirbarkeit der Gase durch die Kälte drehen sich in engen Gränzen. Vielleicht condensiren sich die Gase durch hohe Grade von Kälte, die wir nicht künstlich zu erzeugen im Stande sind, in ungleichen Verhältnissen. Diese Muthmaßung, zu der wir immer berechtigt waren, gewinnt durch die neuesten Versuche Davy's über die Compressibilität der Gase einen

hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Dieser große Physiker hat nemlich gezeigt, daß die chemisch zusammengesetzten Gase durch vereinigte Kälte und Druck ihre elastische Form verlieren. Sollten nicht die weit höheren Kälte-Grade, als die in diesen Versuchen vorkommenden, die gewiß in den Regionen der Nordlichte statt finden, *) in den gemischten Gasen, und folglich in Kohlenstoff-Wasserstoffgase schon allein eine Anneigung zur tropfbaren Gestalt, und folglich eine größere Dichtigkeit, als in der atmosphärischen Luft erzeugen können? In der Voraussetzung, daß die Kälte in diesen Regionen die berechnete von 388° unter dem Fixpunkte des Wassers erreichen könne, haben wir gewiß ganz besondere Phänomene zu erwarten; sollte aber der absolute Nullpunkt (wenn es einen giebt) diesseits dieser Gränze sich finden, so sind ohnehin schon Formänderungen nothwendig. Hat nun das entzündliche Gas die Höhe erreicht, wo die Kälte durch die größere Condensation dasselbe so schwer macht, als die umgebende atmosphärische Luft, so muß es in dieser Höhe schwebend bleiben, und es mag nicht naturwidrig seyn, daß wir voraussetzen, daß verschiedene chemische Mischungen des entzündlichen Gases ihren Standpunkt in verschiedenen Höhen nehmen können.

Den obigen Ansichten zufolge kann man sich folgende Vorstellung von der Ansammlung des entzündlichen Gases

*) Wenn man nach einem beiläufigen Mittel der Sauffureschen und Humboldtschen Beobachtungen von 100 T. Erhöhung auf 1° C., die Temperatur für die Höhe von 20 Meilen berechnet, so findet man sie = -760° C. Nimmt man aber an, daß die Temperatur langsamer abnehme, und daß die zu 1 Grad correspondirende Höhe immer um 1 T. größer werde, so ist die Temperatur für eine Höhe von 20 geogr. Meilen = -388° C., eine Kälte, die 65 mal die größte künstliche Kälte übertrifft.

zur Erzeugung des Nordlichts machen: daß in Säulen-Gestalt und mit atmosphärischer Luft gemengte, aus allen Punkten der Erdfugel, auf welchen organische Stoffe durch den Fäulnißprozeß verwesen, aufsteigende entzündliche Gas wandert, anfangs durch die Winde, und dann durch die zwei allgemeinen atmosphärischen Strömungen getrieben, endlich den Polen zu. Während des Aufsteigens behalten diese Gasmassen, ihrer großen Breite und Dicke wegen, lange die von unten mitgenommene Wärme, und erreichen dadurch eine bedeutend größere Höhe, als sie erreichen könnten, wenn sie sogleich die Temperatur der in jedem Punkte ihrer Höhe befindlichen Atmosphäre annähmen. In diesen größeren Höhen erreichen sie die Pol-Gegeuden, wo sie durch ihr Verweilen allmählig erkalten, und sich alsdann, von atmosphärischer Luft entblößt, theilweise senken, oder vielmehr von allen Punkten der Oberfläche allmählig herab fließen, bis sie in die Region kommen, wo ihre spezifische Condensation ihnen dasselbe spezifische Gewicht ertheilt, als das der umgebenden Atmosphäre. Hier verweilen sie als Kern des Nordlichts, durch Zuschüsse von neuen Massen fortwährend vermehrt, bis sie entzündet werden. Geschieht die Ankunft einer neuen Säule zur Zeit, da der Kern sich schon im Entzündungszustande befindet, so entzündet sie sich an demselben, und liefert uns den Anblick der auf dem Segmente stehenden leuchtenden Säulen.

Man begreift leicht, daß die von der Erdoberfläche aufsteigenden Säulen, da sie einer doppelten Bewegung, der verticalen und der horizontalen, unterworfen sind, in etwas geneigter Lage die Polar-Gegeuden erreichen, weil bei dem Uebergange aus einer allgemeinen Strömung in die andere der obere Theil nördlich gezogen wird, indeß der untere Theil noch südlich geht. Die in den untersten Luft-

regionen herrschenden Winde vermehren oder vermindern diese Neigung, geben auch wohl der Säule Seitenkrümmungen. In welcher Gestalt und Lage die Säule nun die obersten Regionen erreicht hat, in welchen nur die Strömung nach Norden herrscht, behält sie diese Lage und Gestalt, bis sie die Polar=Gegend erreicht hat, wo sie nur geringe Bewegungen von außen her erhält, da die allgemeine nördliche Strömung von allen Seiten her alles gegen die Erdachse drängt. Diese möglichen verschiedenen Lagen der Säulen erklären das von W r a n g e l beobachtete Phänomen von Säulen, welche aus dem Innern des Segments ausgingen, deren einige sogar die obere Gränze des Segments nicht überschreiten, und als sehr schräge Säulen angesehen werden müssen.

Indeß kann und muß der Fall eintreten, daß eine ganz fertige (condensirte) Säule in sehr schiefer Richtung sich dem Kerne nähert, wann nemlich eine solche Säule durch entgegengesetzte Winde in der untern Atmosphäre weit nach Süden geführt worden, und auf ihrem Rückzuge in den höchsten Regionen Zeit gehabt hat, sich zu condensiren, ehe sie die Polar=Gegend ganz erreicht hat, da sie denn in sehr geneigter Lage ankommen mag. Es läßt sich sogar annehmen, daß solche Säulen so geneigt ankommen, daß ihr südliches Ende sehr viel tiefer liege als ihr nördliches. *)

*) Wer diese mechanische Construction des Kerns und der Säulen des Nordlichts zu verwickelt finden möchte, der betrachte die Entstehung der Wolken, eine Ansammlung von Dünsten. Das Nordlicht ist eine Ansammlung von Gas, das auch dem Gesetze einer spezifischen Condensation durch die Kälte, wie der Wasserdunst, unterworfen ist. Der Wasserdunst steigt, mit atmosphärischer Luft gemengt, zu einer größern Höhe, als seine spezifische Elasticität erfordert, weil seine wärmere Masse in der höhern Luft nur langsam erkaltet. Allmählig

Was ist die Ursache der Entzündung des Nordlichts?

In meinem Grundriß der theoretischen Physik habe ich die Sternschnuppen als diese Ursache angegeben, weil sie mir dem Phänomen angepaßt scheint, und sonst in unserm ganzen Sonnen= und Erd=Systeme keine andere vorhanden ist. Es fehlte aber dieser Idee damals an einem factischen Grunde; daher ich sie, so wie den ganzen Gegenstand, nicht weiter entwickelte. W r a n g e l hat nun die Entstehung der Säulen des Nordlichts durch Sternschnuppen mehrere Male beobachtet, und diese Hypothese zu einem Satze erhoben, der eben so begründet ist, als irgend ein Satz in der Atmosphärologie begründet seyn kann. Wenn demnach Sternschnuppen einzelne Säulen entzünden können, so ist es völlig unnöthig, eine andere Entzündungs=Ursache für den Kern zu suchen. Um übrigens diese Entzündungs=Art für den Kern factisch darzustellen, wird man künftig viele anhaltende Beobachtungen vor der Erscheinung des Nordlichts anstellen müssen, und sich gewärtigen, manche Nordlichte entstehen zu sehen, ohne den Sternschnuppen zu gewahren, der es entzündete, weil die Entzündung vor einbrechender Nacht, oder an der für den Beobachter entfernern Seite des Kerns statt gefunden haben mag. Daß Irreguläre in der Erscheinung des Nordlichts paßt zu der irregulären Erscheinung der Sternschnuppen. Die zufällige Entzündung einer Säule an einer von dem schon brennenden Kerne entfernten Stelle erklärt es, wie Manche gesehen haben, daß eine Säule sich auf das Segment zu stürzen scheint, weil in diesem Falle die Entzündung gegen

sinkt er in Gestalt von Dampfbläschen tiefer herab und bildet die Wolken, deren Figur vorzüglich durch die Winde, während des Herauf= und Herabsteigens, bebingt wird.

das Segment zuschreitet. Das gewöhnliche Phänomen ist: daß die Säulen aus dem Segmente auszugehen scheinen, welches immer der Fall seyn muß, wenn die noch nicht leuchtende Säule in ihrer Annäherung zum Segmente keinem Sternschnuppen begegnete, sondern sich am Segmente selbst anzündete.

Diesen Ansichten gemäß muß der Fall, obwohl selten, vorkommen, daß eine isolirte Säule auf ihrem Wege nach den Polar=Gegenden sich in der Bahn einer Sternschnuppe befindet und von ihr angezündet wird, indeß sonst kein Nordlicht vorhanden ist. Es ist mir kein bestimmtes Beispiel dieser Art bekannt, allein es ist der Mühe werth, darauf zu achten. Der Himmel zeigt uns bei Nacht zuweilen räthselhafte Licht=Erscheinungen, die wir nicht zu erklären wissen und vielleicht aus dieser Quelle fließen.

Wie ist das dauernde Leuchten des Kerns und der meisten Säulen zu erklären, indeß gewisse Säulen nur einen Augenblick ausflodern?

Wir haben angenommen, daß das entzündliche Gas sich von der umgebenden Atmosphäre trennt, und bis zu der seiner Verdichtung zukommenden Tiefe herabsteigt. Dieses Gas war früher mit atmosphärischer Luft gemischt, welche es im Heraufsteigen mitnahm; ward es aber durch die Kälte condensirt, so mußte diese, welche an dieser Condensation (wenigstens in diesem Grade) nicht Theil nahm, in den hohen Regionen zurück bleiben, während das entzündliche Gas sich senkte; diese Trennung mußte um so vollkommener geschehen, je länger das Gemisch der großen Kälte ausgesetzt war. Denkt man sich nun mehrere solcher Säulen, die sich um den Nordpol herum durch die Kälte allmählig niederschlagen, so entsteht das, was wir den

Kern des Nordlichts genannt haben, eine große Masse schwebenden entzündlichen Gases, welches im Innern keine atmosphärische Luft enthält, von ihr aber, und von allen Seiten umgeben ist. Eine solche Masse kann also, wie unsere Lichtflammen, wie die Feuerensäule der Vulcane, nur an ihrer Oberfläche brennen. Dadurch wird dieses Meteor von außen nach innen verzehrt, und verschwindet allmählig. Die scheinbare Zunahme desselben zu Anfange der Erscheinung, welche man an mehreren Nordlichtern bemerkt, ist wohl nur Folge einer zufälligen Bewegung, welche das Meteor dem Zuschauer nähert, zuzuschreiben. Sollte aber diese Erscheinung constant seyn, so müßte man annehmen, daß die Höhe, in welcher der Kern und die Säulen des Nordlichts sich nach erhaltenem Maximum der Condensation durch die Kälte erhalten können, unterhalb der Gränze zwischen den zwei großen atmosphärischen Strömungen sey, und daß also diese condensirten Gas=Massen sich wieder in der untern Strömung befinden, durch welche sie vom Pole ab geführt werden.

Die langen, helleren und unruhigen, aber nur einen Augenblick dauernden Lichtzüge, welche sich oft vom Kerne bis zum Zenith des Beobachters erstrecken, sind solche, die noch nicht lange genug in den kältesten Regionen gewesen sind, um sich der atmosphärischen Luft völlig zu entledigen. Ihre Entzündung muß also mit der Entzündung von Knallgas einige Aehnlichkeit haben. Daraus erklärt sich nicht nur die schnelle Verbrennung und das lebhaftere Licht, sondern auch das Geräusch einiger derselben, wenn sie uns nahe genug kommen. Bekanntlich ist der Knall, den eine Mischung von entzündlichem Gas mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas liefert, caeteris paribus, desto größer, je größer die entzündete Masse ist,

vielleicht in genauem Verhältnisse dieser Masse, oder auch in einem noch größern. Es ist aber die Masse einer solchen schnell entzündeten Nordlichtsäule ungeheuer in Vergleichung mit den winzigen Gas-Massen, die wir in unsern Versuchen verpuffen lassen. Man begreift daher, daß zuweilen dieses Geräusch mehrere Meilen weit hörbar seyn könne.

Wir müssen übrigens voraussetzen, daß die Absonderung der atmosphärischen Luft von den Säulen entzündlichen Gases in sehr verschiedenen Graden statt finden könne, daß einige solcher Säulen noch so viel atmosphärische Luft enthalten, daß, wenn sie entzündet werden, sie in ihrer ganzen Länge und Dicke verpuffen, andere aber zu wenig, um diese Wirkung hervor zu bringen, und daß demnach die Entzündung noch Sauerstoffgas aus der Umgegend borgen muß. So wird denn eine solche Säule sich nur an ihrer Oberfläche entzünden und verpuffen, indeß das übrige an diesem Prozesse keinen Theil nehmen kann. Wird nun die Entzündung durch wiederholte Annäherung der Säule an den Kern des Nordlichts, nachdem die erste Entzündung eine Trennung hervorgebracht hatte, erneuert, so verpufft wieder eine neue Schichte der Säule in ihrer ganzen Länge. So erklärt sich das wiederholte Verpuffen oder die wiederholte rasche Entzündung an einer und derselben Stelle, als träte jedes Mal eine neue Säule dahin.

Haben wir eine Entzündung an einer großen Oberfläche, so müssen wir auch die bekannten Folgen derselben erwarten, nemlich eine Verminderung des Sauerstoffgases in ihrer Atmosphäre und eine Erhitzung des Stickgases, welches sich in die höhere Regionen begiebt, folglich bedeutende Bewegungen in dieser Atmosphäre und eine Luftströmung nach allen Punkten der entzündeten Oberfläche,

welche die in der Nachbarschaft befindlichen, noch nicht entzündeten Säulen in allerlei Richtungen dahin führt, wie die Entzündung der Vulcane die Wolken zu der hehren Flamme. Wrangels Beobachtungen von Säulen, die nicht an der Peripherie des Segments, sondern innerhalb dessen leuchtender Fläche zu entstehen scheinen, deren einige sogar nicht aus dieser Fläche hervorragen, mögen ihre sehr schiefe Lage diesem Umstande zum Theil verdanken.

Wenn solche Säulen, die sich nicht ganz der atmosphärischen Luft in ihrem Innern entledigt haben, an den Kern ankommen, so ist es leicht zu erachten, daß die Explosion Erschütterungen der Kern-Oberfläche erzeugen wird, wodurch atmosphärische Luft in den Kern selbst eindringt, dort neue Explosionen erzeugt, welche die von Wangel beobachteten Zerreißen des Randes des Segments erzeugen müssen.

Gegen diese ganze Erklärung des Nordlichts als eines Entzündungs-Prozesses könnte die Einwendung gemacht werden, daß nach den Versuchen Grothussen's sehr verdünntes Knallgas nicht entzündlich sey, und daß in den Regionen des Nordlichts ebenfalls nur höchst verdünnte Gase vorhanden seyn können, und also die Entzündung der sonst entzündlichen Gase unmöglich sey. Um diese Einwendung zu beseitigen, darf nur bemerkt werden, daß in den hier genannten Versuchen die Entzündung durch den electricischen Funken geschehen sollte. Da aber nach H. Davy's Versuchen die Entzündungen durch die bis zur Glühhize erhöhte Temperatur statt finden (nach meinen Versuchen entzündet sich jedes Knallgas schon durch rothglühendes Glas), so müssen wir annehmen, daß in den Grothussenschen Versuchen der electricische Funke nicht hinreicht, diese Hize zu erzeugen, weil die verdünnte Luft den

Funken nicht die gehörige Energie gestattet, indem sie zu den besten Leitern gehört, und die Electricität zu schnell zerstreut. Man sieht auch in dem sogenannten Leydener Vacuum die E., die in gewöhnlicher Luft nur funkenweise ausströmt, ununterbrochene und fortwährende, aber matte Strahlen von ungewöhnlicher Länge durch das verdünnte Gas hindurch bilden. Diese Erklärung gilt, welche Hypothese man für die Entzündung durch den electricischen Funken annehmen möge. Denn wenn auch einige Atome des Gases sich innerhalb der Schlagweite und längs des Funkens entzünden (welches meiner Meinung nach wirklich geschieht), so ist die durch diese Entzündung erzeugte Wärme nicht hinlänglich, um den Prozeß fortzusetzen. Geschieht aber die Entzündung mit Lebhaftigkeit, durch einen glühenden oder brennenden Körper, da geschieht der Prozeß rascher, und also intensiver, und die Möglichkeit der fortgesetzten Entzündung ist gegeben, um so mehr, da die angezündete Masse in den Nordlicht-Säulen sehr groß ist, und die erzeugte Hitze sich nicht leicht verliert.

Wie entstehen die Kronen des Nordlichts?

Diese Frage ist bei weitem die schwierigste unsrer Fragen, weil ihre Beantwortung nicht allein von meteorischen, sondern auch von optischen Gesetzen abhängt.

Das Erste und Gewisseste ist: daß die Kronen nicht mit dem eigentlichen, gewöhnlichen Phänomen des Nordlichts identisch sind, obgleich sie ihm ihre Erscheinung verdanken. Außer den Beobachtungen von Kronen, die man hier und da beschrieben findet, habe ich mich durch das schöne Nordlicht vom October 1804 von dieser Wahrheit überzeugt. Denn ich sah während drei Stunden, wie lebhaft Lichtzüge von N.N.O. kamen, wo sich ein dauern-

der Schein als Quelle derselben zeigte. Als endlich die Krone sich nahe dem Zenith von Dorpat gebildet hatte (welche Bildung ich, leider! nicht sah), kamen aus derselben Quelle zahlreiche, auf einander folgende Lichtzüge zu der Krone hin, welche ihren Glanz zu erhöhen schienen. Als diese Züge aufhörten, nahm dieser Glanz bis zum völligen Erlöschen ab.

Der leuchtende Ring, der die eigentliche Krone ausmacht, ist gewiß kein bloßes optisches Natur-Spiel; denn sein Glanz war weit größer als der des Segments, und dauerte wohl 10 Minuten. Wir müssen also in unserer Hypothese annehmen, daß die Materie desselben dieselbe sey, als die der Säulen und des Kerns. Wenigstens scheint kein Grund dieser Annahme entgegen zu seyn.

Die ringsförmige Figur der Krone erscheint immer als sehr räthselhaft. Indes läßt sich über ihre Entstehung folgende wahrscheinliche Vermuthung in unserer Hypothese aufstellen:

Nach den obigen Ansichten ist die Krone eine entzündliche Gasmasse von der Natur des Kerns (aus welcher nemlich die atmosphärische Luft ausgeschieden ist), welche durch einen Zufall, etwa durch partielle Winde, von einer Säule getrennt worden, und noch nicht die Polar-Gegeuden erreicht hat, oder in dem untern atmosphärischen Strome sich befindet und südlich treibt. Ihre Entzündung geschieht durch eine lange Säule, die mit einem Ende den Kern des Nordlichts, mit dem andern diese isolirte Masse berührt. Indem nun diese Säule sich am Kerne entzündet, und ihre Entzündung bis zu dieser isolirten Masse fortsetzt, wird letztere nicht bloß entzündet, sondern, weil die Entzündung der Säule eine Verpuffung ist, wird die

langsam brennende Masse zugleich kreisförmig zerstreut, und so der Ring gebildet, der anfangs nicht ganz regulär seyn mag, aber durch das hydrostatische Gleichgewicht es bald wird. Es sey mir erlaubt, zur Erläuterung dieser mechanischen Construction des Phänomens der Krone zwei Analogia anzuführen, deren eines sehr trivial und gewöhnlich ist, das andere aber in unseren Laboratorien vorkommt. Das erste ist der Ring von Rauch, der über einer brennenden Tabackspfeife entsteht, wenn der Raucher einige Stöße durch Einblasen in das Pfeifenrohr thut. Wer hat solche Rauchringe nicht gesehen? Das zweite Beispiel haben wir ohne künstliches Blasen weit vollkommener, und durch die alleinige Einwirkung der Entzündung, wenn wir Blasen von phosphorigem Wasserstoffgas unter Wasser hervortreten lassen. Die freiwillige Entzündung bildet jedesmal den Ring aus dem Rauche des verbrannten Gases.

Will man einwenden, daß die obige Erklärung des Phänomens der Krone die Vereinigung vieler zufälliger Umstände fordert, die nur sehr selten zusammentreffen können, so kann darauf erwiedert werden, daß die Erscheinung der Kronen auch sehr selten ist in Vergleichung der der Nordlichte. Wrangel hat zwischen dem 69sten und 72sten Grad der nördlichen Breite drei Jahre lang beobachtet, und nie eine Krone gesehen, obgleich viele rasche Lichtzüge seinen Zenith erreichten. Es fehlte der Zufall, daß sich eine Masse condensirten Gases an diese prasselnden Säulen angeschlossen hätte.

Die so mannichfaltigen farbigen Strahlen, welche von dem glänzenden Ringe der Kronen gleichsam herabströmen, und dann die ganze Himmelskuppel zu erfüllen scheinen, sind optische Erscheinungen, an deren Er-

klärung man sich jetzt schwerlich wagen kann. Das durch die Entzündung niedergeschlagene Wasser ist wohl die Ursache dieser prachtvollen Lichtbrechung, wie der Hölse, der Neben-Sonnen ic. Da wir aber nicht wissen, welche Gestalt dieses erzeugte Wasser annimmt, theils gleich nach seiner Entstehung, theils während seines allmählichen Sinkens in die tiefere Atmosphäre, so läßt sich das, ohnehin selten beobachtete, und noch seltener richtig beobachtete, Lichtphänomen nicht leicht den optischen Gesetzen unterwerfen. Sind doch die Phänomene der Hölse, der Neben-Sonnen, des rothen Scheins der Sonne bei gewissen Nebeln, und bei andern (so auch durch gefärbte Gläser) nicht, nichts weniger, als mit genügender Schärfe erklärt!

Fig. I.

