hatte sich die Gegend in eine vollkommene Winterlandschaft verwandelt, kein Blatt, kein Ast an den Bäumen.

Solcher Aufregung der Elemente gegenüber verstummt der Kampf der Menschen. Als die *Laured* und *Andromeda* bei *Martinique* scheiterten, schickte der Marquis von *Bouillé* die 25 Engländer, welche dem Tode entronnen waren, dem englischen Gouverneur von *St. Lucia* mit dem Bemerken, er könne sie nicht als Gefangene zurückhalten, da sie durch eine Katastrophe es geworden, welche alle mit gemeinsamen Unglück betroffen.

II. *Ueber Höhe, Geschwindigkeit und Richtung der Wolken; von Hrn. Pouillet.*

(*Compt. rend. T. XI p. 717.*)

Zur Bestimmung der Höhe der Wolken hat man sehr verschiedene Methoden angewandt.

Jacob Bernoulli ¹⁾ machte den Vorschlag, nach Untergang der Sonne zugleich zu beobachten: das Azimut einer Wolke, ihre Höhe und den Zeitpunkt, wo sie aufhört, die directen Sonnenstrahlen, die ihr einen eigenthümlichen Glanz verleihen, zu empfangen. Mit diesen Datis hat man nichts zu lösen als Dreiecke, deren bekannte Seite der Erdbogen ist, begriffen zwischen dem Ort der Beobachtung und dem Tangentialpunkt der letzten erleuchtenden Strahlen. Dies Verfahren ist nur in ziemlich seltenen Fällen einiger Genauigkeit fähig; es hat indess den großen Vorzug, auf dem Meere ausführbar zu seyn, und die Officiere der Fregatte *Venus* haben neuerlich sehr glückliche Anwendungen von demselben gemacht ²⁾.

1) *Acta Eruditorum* 1688.

2) *Annal.* Bd. LI S. 175.

Lambert ¹⁾ gab zwei Methoden an, und unterwarf sie einigen Versuchen. Die eine, nur für Gewitterwolken geeignet, besteht darin, daß man den Punkt, von dem der Blitz ausfährt, aufzeichnet, die Winkelhöhe mißt, und die Zeit zwischen dem Erscheinen des Lichts und der Wahrnehmung des Donners zählt. Nach der anderen, die allgemeiner ist, bestimmt man zuvörderst die wirkliche Geschwindigkeit einer Wolke, wie es einige Jahre früher Brice ²⁾ gethan, durch den Raum, den ihr Schatten auf der Erde in einer gegebenen Zeit durchläuft, und beobachtet darauf ihre Winkelgeschwindigkeit und ihre Höhe über dem Horizont.

Die erste dieser Methoden scheint mir nichts Anderes zu geben als die kürzeste Entfernung zwischen dem Beobachter und der Bahn des Blitzes. Man würde sich vielleicht sehr irren, wenn man daraus einen Schluß auf die Höhe und selbst auf das Maximum oder Minimum der Entfernung einer Gewitterwolke ziehen wollte.

Gesetzt nämlich, es sey möglich, den Punkt der Wolke, von dem der Blitz auszufahren scheint, zu erkennen und seine Höhe über dem Horizont zu nehmen, so wird eine erste Möglichkeit zum Fehler darin liegen können, daß man durch Wirkung der Perspective den Blitz von einem gewissen Punkt ausgehen sieht, während er in Wirklichkeit von einem anderen sehr entfernten ausfährt. Allein dieß ist der geringste Uebelstand. Denn dieser Punkt, dessen Winkelhöhe man nimmt und dem man das zuerst wahrgenommene Geräusch zuschreibt, liegt wahrscheinlich sehr weit von dem, welcher wirklich dieß Geräusch zum Beobachter sendet. Mithin sind im Allgemeinen die Data, welche zur Bestimmung der Höhe dienen, viel zu unsicher, als daß man auf eine genügende Annäherung rechnen könnte. Nicht besser würde man

1) *Mém. de l'acad. de Berlin* 1775.

2) *Philosoph. Transact. f.* 1766.

fahren, wenn man, die Höhe bei Seite lassend, blofs die Gränzen der Entfernung suchen wollte. Angenommen z. B. es verliefse zwischen dem Blitz und dem ersten Laut des Donners eine Secunde; diefs ist ein unwiderleglicher Beweis, dafs der Beobachter vom nächsten Punkt der Bahn des Blitzes 340 Meter oder nahe so viel entfernt ist; allein man darf daraus nicht schliessen, dafs eine oder die andere Gewitterwolke sich in dieser Entfernung von ihm befinde; denn vermöge der gröfseren Feuchtigkeit, die insgemein in den unteren Luftschichten herrscht, oder aus anderen Ursachen wäre es möglich, dafs der Blitz statt einer fast geraden Linie zu folgen, eine beträchtliche Biegung gegen die Erde machte. Die Folgerung könnte sich nur der Wahrheit nähern, wenn man annähme, der Beobachter und die beiden Enden des Blitzes lägen beinahe in gerader Linie. Daraus z. B., dafs man zwischen Blitz und Donner wenigstens eine halbe Secunde und höchstens zwanzig Secunden zählt, kann man, wenn das Gewitter im Zenith steht, nicht mit Sicherheit schliessen, dafs die Gewitterwolken zuweilen bis 170 Meter herabsinken und sich nie über 6800 Meter erheben.

Anlangend das zweite Verfahren des so erfindungsreichen Lambert, so kann es vortreffliche Resultate geben; nur ist zu bedauern, dafs sein Gebrauch auf gewisse Stunden des Tages beschränkt ist, besonders auf einen eigenthümlichen Zustand des Himmels, der seinen Vorzügen eine enge Gränze setzt. Zu gewissen Zeiten könnte man es zur Sec anwenden, wenn mehrer einander begleitende Schiffe sich in Entfernungen befänden, die keine zu grofse Unsicherheit einschlossen.

Die Officiere der Fregatte *Venus* haben sich nicht auf die Bernoulli'sche Methode beschränkt, sondern auch eine andere angewandt, die Hr. Arago in seinem Bericht angegeben hat ¹). Diese besteht darin, dafs man

1) *Compt. rend. T. XI p. 323.*

hoch oben auf dem Maste eine durch den Vertical der Sonne gehende Wolke beobachtet, und darauf misst: die Höhe der Sonne, den Winkel zwischen der Wolke und ihrem Schatten, und die Höhe der Wolke, oder, was auf eins hinausläuft, die Depression des Schattens unter den wirklichen oder rationellen Horizont. In diesem Fall ist die Höhe des Mastes die Basis der zu lösenden Dreiecke, deren Elemente man besitzt. Diese Methode könnte, vielleicht mit größerer Genauigkeit, zu Lande wie zur See angewandt werden; allein sie wäre dann der vorherigen analog, und da sie überdiess dieselben atmosphärischen Umstände erfordert, so bin ich zu glauben geneigt, daß die Lambert'sche den Vorzug verdient.

Außer diesen geometrischen Methoden giebt es noch andere, von denen man eine Idee geben kann, wenn man sagt, daß sie darauf zurückkommen, einen Parallelismus oder eine Art von Nivellement zwischen den Wolken und Gegenständen von bekannter Höhe zu errichten. Erhebt man sich z. B. in einem Ballon und misst die Verticalhöhe der Gondel mit einem Barometer, so hat man zugleich die Höhe der Wolken, welche man durchschneidet, und die der entfernteren Wolken, die fast in gleichem Niveau zu schweben scheinen. Eben so findet in Gebirgsgegenden ein Beobachter die Höhe der Wolken, wenn er sie horizontal auf einen der Berggipfel projicirt, deren Höhe er kennt.

Die mittelst dieser verschiedenen Methoden erlangten Resultate haben unzweifelhaft Interesse für die Wissenschaft; allein man kann sich nicht verhehlen, daß die merkwürdigste Folgerung, zu welcher sie führen, statt neue Gesichtspunkte darzubieten, darauf hinauszulaufen scheint, dasjenige durch die Erfahrung zu bestätigen, was durch Schlußfolgerung und die einfachsten meteorologischen Betrachtungen angezeigt war. In der That, aus den beiden Thatsachen: 1) daß zwischen den gewöhn-

lichen Wolken und den Nebeln dicht am Boden, im Grunde der Thäler, auf Ebenen und Abhängen kein wesentlicher Unterschied herrscht, und 2) dafs die Wolken sich noch weit über die höchsten Gipfel der höchsten Berge erheben, — ward man zu dem Schlusse geführt, dafs die Wolken, wenigstens vorübergehend, alle möglichen Höhen einnehmen können, von den untersten Luftschichten an bis zu den sehr kalten und lockeren, die sich in 8- bis 10tausend Meter über dem Meere befinden. Dieser Schlufs, obgleich sehr natürlich, bedurfte positiver Beweise, und diese Beweise lassen gegenwärtig, Dank der Anwendung, die man von den vorstehenden Methoden gemacht hat, wenig zu wünschen übrig. So haben die HH. Gay-Lussac und Biot bei ihrer Luftreise die Wolken in 1200 Meter Höhe durchschnitten ¹⁾. Wenige Tage darauf, bei einer zweiten Luftfahrt, sah Hr. Gay-Lussac sie in sehr grofser Entfernung über sich, als er selbst sich in mehr als 7000 Meter Höhe befand ²⁾. Auf der Spitze des Pic von Teneriffa gewahrte Hr. v. Humboldt eine mächtige Wolkenbank, anscheinend 1600 Meter über ihm. Lambert fand sie zu Berlin in 2500 Meter Höhe, Shukburgh, in den Alpen, bei 900 Meter, Legentil zu Pondichery bei 3000 Meter ³⁾; die Officiere der *Venus* fanden für die geringste Erhebung 900 Meter und für die grösste 1400 Meter ⁴⁾. Endlich haben die zahlreichen Beobachtungen der HH. Peytier und Hossard in den Pyrenäen, mittelst Nivellement der Pics gezeigt, dafs die

1) *Journ. de phys. T. XLIX p. 314.* (Gilb. Annalen, Bd. XX S. 1.)

2) *Journ. de phys. T. XLIX p. 458.* (Gilb. Annalen, Bd. XX S. 19.)

3) *Bibl. britann. T. XXI p. 212.*

4) *Compt. rend. T. XI p. 325.* (Annal. Bd. LI S. 175.)

Wolken, die inmitten dieser Berge schweben, alle Höhen zwischen 450 und 2500 Meter annehmen können ¹⁾).

Es ist also gegenwärtig wohl erwiesen, wie ich so eben zeigte, daß die Höhe der Wolken sehr verschieden ist, und von der Meeresfläche bis zu 8- oder 10tausend Meter gehen kann. Allein das ist auch fast Alles was wir in dieser Beziehung positives wissen. Die großen Fragen bleiben unentschieden oder sind kaum angetastet. — Was ist für jede Breite und jede Jahreszeit die größte Höhe, in welcher sich die Wolken erhalten können? — In welchen Regionen der Atmosphäre bleiben sie für gewöhnlich schweben? — Welche Beziehungen finden sich zwischen den Höhen, die sie einnehmen, und ihren Eigenschaften, ihren Beschaffenheiten, ihren Dicken, dem Zustand des sie bildenden Wassers und der Masse, die sie in einem gegebenen Volum enthalten können? — Was für eine Richtung haben die sie fortreibenden Ströme? — Welche Geschwindigkeit besitzen sie, welche Dauer? — und was sind hiebei die Grenzen?

Alle diese Fragen sind fundamental, und dennoch sind unsere gegenwärtigen Beobachtungsmittel, irre ich mich nicht, ganz ungenügend zu deren Lösung. Man kann ohne Zweifel durch oftmalige Wiederholung derselben eine Menge nützlicher Resultate sammeln; allein es scheint mir wenig wahrscheinlich, daß diese Resultate, wie sehr man sie auch häufen möge, uns je zu dem Kreise hinausführen, in welchen wir gegenwärtig eingeschlossen sind. Es scheint mir wenig wahrscheinlich, daß man, wenn man sich, zur Messung der Wolkenhöhen, auf Methoden beschränkt, welche das Daseyn der Sonne und außerdem noch das Beisammenseyn verschiedener, sehr zufälliger und sehr flüchtiger Umstände erfordern, jemals etwas tief eindringen werde in die so allgemeinen und verwickelten Fragen, welche die Grundlage der Meteorologie ausmachen.

1) *Compt. rend. T. IV p. 25.* (*Annal. Bd. XXXIX S. 587.*)

Diese, längst von mir gehegte Ansicht ward auf's Neue bestätigt durch die Arbeit, welcher ich mich für die dritte Auflage meines *Traité de physique* unterziehen mußte. Der Gegenstand ist mir überdiß so wichtig erschienen, daß ich, ungeachtet der großen Schwierigkeiten, die er darbietet, nicht angestanden habe, nachzusuchen, ob nicht einige neue Elemente einzuführen seyen. Nach einigen Proben verzweifelte ich, ich bekenne es, die bekannten Methoden in wesentlichen Dingen verbessern zu können, wenigstens ohne nicht auf deren hauptsächlichsten Vorzug zu verzichten, d. h. auf den Vorzug, nur einen einzigen Beobachter zu erfordern. Andere werden vielleicht glücklicher seyn; allein für jetzt sehe ich kein Mittel der Methode der gleichzeitigen Beobachtungen, die zwei Beobachter erfordern, zu entgehen. Nehmen wir also dieses Princip an und untersuchen, ob die anderweitigen Schwierigkeiten, die dabei entstehen, von der Art sind, daß man sie nicht zu übersteigen vermöge. Wenn zwei Beobachter, an den beiden Enden einer Grundlinie von bekannter Länge stehend, in demselben Augenblick nach demselben Punkt einer Wolke visiren könnten, um deren Höhe über dem Horizont und deren Azimutwinkel, d. h. den Winkel zwischen ihrer Verticalebene und der Grundlinie, zu bestimmen, so wäre nichts leichter, als daraus abzuleiten: den horizontalen Abstand derselben von jedem der Beobachter und die verticale Höhe über der Erdoberfläche. Wäre so die Entfernung der Wolke bekannt, so ergäbe sich die Geschwindigkeit des Windes, der sie fortführt, aus dem Winkel, der in gegebener Zeit durchlaufen wird, und, was die Richtung des Stromes beträfe, so hätte man sie durch zwei, nach einander an demselben Punkt gemachte Beobachtungen. So erhielte man ohne Mühe, und wie auf einmal, die Höhe der Wolke, die Geschwindigkeit und die Richtung des Windes, drei Elemente, die mir

zur Lösung der vorhin angedeuteten Probleme die wesentlichsten zu seyn scheinen.

Dieses Verfahren ist zu einfach, als daß nicht bereits viele Meteorologen darauf verfallen seyn sollten; allein es bietet auch sogleich eine so auffallende Schwierigkeit dar, daß sie für unübersteigbar gehalten werden könnte. Wie können die beiden Beobachter sich verständigen, auf denselben Punkt zu visiren? Welches telegraphisches Hülfsmittel wäre zu benutzen, damit der eine Beobachter den andern wissen lassen könnte, was für einen Punkt er ausgewählt habe, um ihn in einen gegebenen Zeitpunkt zu beobachten? Darin liegt sicher eine so schwer zu erfüllende Bedingung, daß sie an's Unmögliche zu streifen scheint.

Ich will indess zwei von mir mit Sorgfalt beobachtete Thatsachen anführen, welche die besagte Schwierigkeit vermeiden oder vielmehr heben können.

Erstens. In der Regel ist es leicht sich in der Wolke und besonders an ihren Rändern einzelne Punkte zu merken, deren Gestalt und Ansehen nach Verlauf von einer oder zwei Minuten und oft noch weit länger erkennbar bleiben.

Zweitens. Wenn man sich an einer Wolke einen solchen Punkt gemerkt und wohl ausgewählt hat, kann man sich rasch um 1000 oder selbst 2000 Meter und mehr fortbewegen, ohne daß dieser Punkt sein Ansehen so verändert, daß man ihn nicht mit voller Sicherheit wieder erkennen könnte.

Diese zweite Thatsache, auf die ich früher nicht ganz so geachtet hatte, wie sie es verdient, überraschte mich besonders zu Anfange des vorigen Monats, als ich Gelegenheit hatte auf der Eisenbahn nach Orleans rasch zu reisen. Da man zwischen Paris und Corbeil sehr flache Gegenden durchfährt, so übersieht man einen grossen Theil des Himmels, und man mag nach dem Zenit oder dem Horizont schauen, so ist es leicht die nämlichen Punkte

Punkte im Auge zu behalten, während man 3 oder 4000 Meter zurücklegt, wozu in der Regel nur 3 bis 4 Minuten erforderlich sind. Alle, welche auf einer so raschen Fahrt mit dem Dampfswagen den Himmel über einem ausgedehnten Horizont betrachtet haben, werden ohne Zweifel dieselbe Bemerkung gemacht haben.

Diese beiden Umstände lassen nun das System der gleichzeitigen Beobachtungen folgendermaßen auf die Wolken anwenden.

An einem zweckmäßigen Ort wählt man eine Grundlinie von z. B. 1000 Meter Länge; an jedem Ende derselben stellt man einen Theodolithen auf, dessen Höhen-Fernrohr (*Lunette verticale*) mit wohl nach der Axe gestellten Stiftchen (*pinnules*) versehen ist. Das Fernrohr selbst kann nicht zur Beobachtung der Wolken dienen, weil das Gesichtsfeld nicht groß genug ist, und weil Unterschiede der Form und der Farbe, die für das bloße Auge sehr deutlich sind, in dem Fernrohr verschwimmen. Nahe bei jedem Theodolith ist ein Chronometer, und um den Gebrauch zu erleichtern, werden beide Instrumente auf Stunde, Minute und Secunde eingestellt. Vor jeder Messung kommen beide Beobachter auf der Mitte der Grundlinie zusammen, um den Himmel zu studiren, die zu beobachtende Wolke auszuwählen, und an dieser Wolke den Punkt festzusetzen, der als Sehzeichen dienen soll. Dazu haben sie ein bewegliches Lineal, das an einem Ende mit einem Fadenkreuz und an dem andern mit einer Platte und kleinem Loch darin versehen ist. Sobald sie das Sehzeichen ausgewählt haben, auch über die Minute und Secunde, die als Zeitpunkt der Beobachtung dienen soll, übereingekommen sind, begiebt sich Jeder schnell zu seinem Theodolith, entweder zu Wagen oder anderswie, ohne dabei den gewählten Punkt der Wolke und seine etwaigen Veränderungen aus dem Auge zu verlieren. Sobald beide angelangt sind, beginnen sie die Beobachtung, und

stellen das Fernrohr nicht eher fest, als in dem verabredeten Zeitpunkt. Alsdann haben sie nur den Moment der Beobachtung, die Form der Wolke, den beobachteten Punkt, dessen Zenithdistanz und Azimuthwinkel aufzuzeichnen.

Aus diesen Datis ergeben sich mittelst der folgenden Formeln alle Elemente, um die es sich handelt.

Sey b die Länge der horizontal vorausgesetzten Basis; die beiden Gesichtsstrahlen bilden unter sich einen Winkel, dessen Scheitel der beobachtete Punkt der Wolke ist. Bezeichnen wir mit h die Höhe dieses Punkts über der Horizontalebene der Basis, mit d und d' die Entfernung desselben von den beiden Enden von b , welche den ersten und zweiten Standpunkt bilden, mit p und p' die Horizontalprojectionen von d und d' , mit n den Winkel, den diese Linien unter sich bilden, mit m und z den am ersten Standpunkt beobachteten Winkel zwischen p und b , (den man am horizontalen Kreis des Theodolithen abliest), und die Zenithdistanz (die am Verticalkreis abgelesen wird), endlich mit m' und z' die analogen Winkel am zweiten Standpunkt.

Wie leicht zu ersehen, hat man nun die Relationen:

$$n = 180 - (m + m')$$

$$p = \frac{b \cdot \sin m'}{\sin n} ; d = \frac{p}{\sin z} ; h = d \cos z$$

$$p' = \frac{b \cdot \sin m}{\sin n} ; d' = \frac{p'}{\sin z'} ; h = d' \cos z' ;$$

sie geben die horizontalen Entfernungen der Wolke an jedem Standpunkt, ihre wirklichen Entfernungen und ihre Höhe über der Horizontalebene der Basis. Die beiden Werthe von h müssen identisch seyn, und sich also gegenseitig bestätigen.

Sobald die Beobachtungen in einer kleinen Höhe über dem Horizont angestellt sind, trifft der von der Wolke auf die Horizontalebene der Basis gefällte Perpendikel nicht mehr zusammen mit der Verticale, und

die wahre Höhe h' der Wolke über der Erdoberfläche, die durch die Basis geht, wird alsdann gegeben durch die Formel:

$$h' = \frac{h + 2r \sin^2 \frac{1}{2} c}{\cos c},$$

worin r der Erdradius des Standpunkts und c der Erdbogen zwischen diesem Standpunkt und dem Punkt, dem die Wolke im Zenith steht.

Obwohl diese Methode keine aus der Wissenschaft entspringende Schwierigkeit darbietet, so schien es mir doch nöthig, daß ich selbst eine Anwendung von ihr machte, um den erreichbaren Grad von Genauigkeit besser kennen zu lernen.

Zu dem Ende wählte ich auf der Strafse nach Garre eine Basis von 600 Meter. Der Ort, und besonders die Miethswagen, die ich zu meiner Verfügung hatte, erlaubten nicht, eine gröfsere Länge zu benutzen. Sechs Beobachtungen, die ich am 30. Oct. d. J. an zwei von verschiedenen Winden getriebenen Wolkenschichten anstellte, gaben mir für die senkrechte Höhe der unteren Wolken 7500 Meter, und für die der oberen 12000 Meter.

Ohne diese Bestimmungen für ganz streng zu halten, habe ich doch Ursache zu glauben, daß sie sich nicht sehr von der Wahrheit entfernen, denn die drei Beobachtungen, die sich auf drei verschiedene Wolken der unteren Schicht beziehen, gaben mir 7221 Meter für die kleinste und 7704 für die gröfste Höhe, und ebenso die drei Beobachtungen an den drei Wolken aus der oberen Schicht als Extreme der Höhen 11300 und 12315 Meter.

Dieser einfache Versuch gab mir Vertrauen, daß man, mit zweckmäfsigen Mitteln, die Höhe der Wolken auf diese Weise leicht bis auf ein Hundertel erhalten werde, was für diese Art von Beobachtungen ohne Zweifel ganz hinreichend seyn möchte.

Wohl zu merken läßt sich nicht immer im ersten Moment und auf den ersten Blick an einer Wolke, mag sie einen großen Theil des Himmels einnehmen oder klein und vereinzelt seyn, ein Stück auswählen, das leicht erkennbar ist und sein Ansehen behält. Es erfordert dieß ein gewisses Studium, welches indess für Personen, die an Beobachtungen gewöhnt sind, keine Schwierigkeit hat. Sobald eine Wolke fast unbeweglich erscheint, sieht man an ihren Rändern einige Punkte sich abtrennen, andere sich abrunden und noch andere sich ziemlich unverändert erhalten. Offenbar giebt es äußere und innere Kräfte, die unausgesetzt dahin trachten ihr eine neue Gestalt zu geben, bald eine mehr ausgebreitete, bald eine mehr verdichtete; allein selten machen sich die daraus hervorgehenden Bewegungen überall gleich gut bemerklich; mit einiger Achtsamkeit kann man jedoch fast immer diejenigen Randstücke unterscheiden, die, ohne Entstellung, mehr hervorspringen, und die, welche verschwinden oder ein ganz anderes Ansehen annehmen werden. Wird eine Wolke durch einen mehr oder weniger raschen Wind fortgeführt, so ändert sie insgemein auch rascher ihre Gestalt; allein selbst in diesem Fall gelingt es mit ziemlicher Sicherheit Umstände in der Form zu unterscheiden, welche von weniger vergänglicher Dauer sind. Abgerechnet also ein nebliges Wetter oder eine gleichförmige Bedeckung des Himmels, wird es immer möglich seyn, ziemlich gute Beobachtungen zu machen und sie in bedeutende Entfernungen auszudehnen.

Durch Rechnung kann man sich leicht überzeugen, daß Wolken von nur 10000 Meter senkrechter Höhe über der Erdoberfläche noch in 50 bis 60 Lieues Entfernung sichtbar sind, und sogar noch um mehr Grade über dem Horizonte stehen; allein sie scheinen dann, ungeachtet einer Geschwindigkeit von vielleicht 15 bis 20 Lieues in der Stunde, wie unbeweglich zu seyn, und ihre Gestaltveränderungen geschehen mit großer Langsamkeit.

Wenn man sie aus so großer Entfernung beobachtet, verschwinden begreiflich alle kleinen Ungleichheiten, weil die hervorspringenden Stücke eine wirkliche GröÙe von 300 Meter haben müssen, wenn sie einen Gesichtswinkel von 5 Minuten bespannen sollen. Da also die scheinbare Geschwindigkeit der Bewegungen und der Gestaltveränderungen im umgekehrten Verhältniß der Entfernung stehen, so ist die Beobachtung der dem Horizont berührenden Wolken nicht weniger leicht als die der im Zenith stehenden; nur muß die GröÙe der Standlinie der Entfernung angemessen seyn.

Könnte man die Beobachtungen auf einer Standlinie anstellen, die sich für Wolken am Horizont auf drei bis vier Lieues ausdehnen, und für Wolken von 30 bis 40 Grad Zenithdistanz auf eine halbe Lieue beschränken lieÙe, so würde man also den Vortheil haben, gleichzeitig eine Kreisfläche des Himmelsgewölbes von über 60 Lieues Halbmesser erforschen zu können. Diese neue Weise, die Höhe der Wolken, ihr verschiedenartiges Ansehen, ihre Schichtenlagen, ihre wirklichen Richtungen und wahren Geschwindigkeiten auf einem so großen Horizont zu studiren, würde ohne Zweifel in wenig Jahren viele neue Resultate liefern, und vielleicht die Elemente, die uns zur Aufstellung allgemeinerer Gesetze dieser Erscheinungen noch fehlen.

Die beiden großen Schwierigkeiten bei diesen Untersuchungen liegen die eine in der Wahl des Beobachtungsorts, die andere in der Fortschaffung der Beobachter. Es ist wesentlich einen Raum zu haben, der eine ungehinderte Aussicht in die Ferne verstattet, weil man sonst die zu beobachtende Wolke, und besonders den als Sehzeichen dienenden Punkt leicht auf einige Sekunden aus dem Auge verlieren könnte. Was die Geschwindigkeit betrifft, mit der die halbe Länge der Standlinie durchlaufen werden muß, so ist sonder Zweifel für Standlinien von geringer Länge die von vier Lieues in der

Stunde hinreichend; allein um ganz nach Belieben zu experimentiren, bedarf es der Vortheile, welche Eisenbahnen und Dampfwagen der Wissenschaft darbieten; jetzt, wo die Beobachter 1000 Met. in der Minute mit solcher Leichtigkeit durchlaufen können, werden alle erwähnten Aufgaben, die so lange als unlöslich betrachtet werden, die einfachsten in der Meteorologie. Schon isolirte Beobachtungen an einem einzigen Orte werden interessante Angaben liefern, weil man daraus positive Erscheinungen ableiten könnte, nicht nur über die Richtung, Erstreckung, Gränze und Dauer der Luftströme, sondern wahrscheinlich auch über deren Beziehung zu den Bewegungen des Barometers, den Temperaturveränderungen, den Regensmengen und anderen zufälligen Erscheinungen, welche auf die Beschaffenheit des Klimas einwirken. Alle diese Folgerungen würden indess beschränkt seyn, gleichsam örtlich, wie die Beobachtungen selbst; sollen sie den Charakter der Allgemeinheit annehmen, in wirksamer Weise zu den Fortschritten der Wissenschaft beitragen, so muß das erwähnte Beobachtungssystem gleichzeitig in verschiedenen Gegenden ausgeübt werden. Man begreift, wie wichtig es wäre, wenn man die Resultate von Beobachtungen aus dem mittäglichen Frankreich, aus der Gegend von Paris, aus Belgien, England, Deutschland und Rußland unter diesem Gesichtspunkt mit einander vergleichen und erörtern könnte.

Könnte man in einem so beträchtlichen Theil der nördlichen Halbkugel die Erscheinungen verfolgen und mit einer gewissen Strenge messen, so würde man ohne Zweifel unter diesen so verwickelten Vorgängen die wahren und bisher unbekannten Ursachen auffinden, die sich mit der Bewegung der Erde und der Wirkung der Wärme combiniren, um die Masse der Atmosphäre in einer fast immerwährenden Aufregung zu erhalten.

Man muß indess zugeben, daß die von mir vorgeschlagene Methode, ungeachtet ihrer wissenschaftlichen

Einfachheit, zu ihrer Ausübung verschiedenartige Bedingungen erfordert, die verhindern, daß sie je auf eine große Zahl von Punkten ausgedehnt werden kann. Ich verhehle in dieser Beziehung keinen der sehr gegründeten Einwürfe, die man gegen sie erheben könnte; allein die Wissenschaft kann nicht immer durch rein theoretische Mittel vorschreiten, deren Verwirklichung kein Opfer voraussetzt.

Uebrigens haben diese Betrachtungen mich darauf geführt eine einfachere Methode aufzusuchen, mittelst deren ein einziger Beobachter die Richtung des Windes an allen Punkten des Himmels, wo er Wolken erblickt, bestimmen kann. Wenn ansässige Beobachter, die mit so vielem Eifer zum Fortschreiten der Meteorologie beitragen, dieß Verfahren von ziemlich rascher und sicherer Anwendung finden, werden sie vermuthlich Gebrauch von demselben machen. Denn sie wissen besser als Jemand, wie sehr es zu bedauern, daß man bei Aufzeichnung der Windesrichtung auf diejenige beschränkt ist, welche an der Erdoberfläche oder in der Höhe von Beobachtungsgebäuden herrscht; wie wichtig es wäre, die Richtung der die Wolken forttreibenden Ströme, und besonders die der mehrfachen Ströme, welche sich oft in verschiedenen Höhen der Atmosphäre und in verschiedenen Zenithdistanzen zeigen, auf eine etwas genaue Weise angeben zu können. Die erwähnte Methode beruht auf der Relation zwischen der Zenithdistanz einer Wolke, und dem Winkel zwischen ihrer Verticale und der Verticale des Beobachters. Leicht beweist sich, daß der Sinus dieses letzteren proportional ist der Tangente der ersteren, wenigstens bei allen dem Horizont nicht sehr nahe liegenden Beobachtungen.

Während die Wolke einen Winkel von einigen Graden durchläuft, läßt sich nämlich annehmen, daß sie parallel der Erdoberfläche fortrückt. Dieß giebt:

$$\sin c = \frac{h}{r} \cdot \tan z,$$

wo r der Erdradius, h die Höhe der Wolke, z die Zenithdistanz derselben und c der Erdbogen zwischen ihrer und des Ortes Verticale ist.

Beobachtet man nun innerhalb einer Zeit, die nicht zu beträchtlich ist, zwei Mal den Höhenwinkel und den Azimutwinkel eines und desselben Punktes der Wolke, so findet man leicht, entweder durch Rechnung oder durch Construction, den Winkel, den die Projection ihrer Bahn mit der Parallele des Ortes macht.

Man könnte sich hiezu sogar eines eigenen Instrumentes bedienen. Die Construction käme auf Folgendes zurück. Ein getheilter Kreis, der den Horizont vorstellt; zwei Alhidaden zur Messung der zwei beobachteten Azimuthe, und versehen, vom Mittelpunkt aus, mit einer Theilung, proportional den Werthen von $\sin c$, wie sie aus obiger Formel hervorgehen, nachdem man h einen willkürlichen Werth, z. B. 100000, und z alle Werthe von 0° bis 70° oder 80° gegeben hat. Auf jeder Alhidade bewegt sich ein Läufer, versehen mit einem cylindrischen Stift, dessen Mitte zugleich dem Nullpunkt des Nonius der Kreistheilung und dem Nullpunkt des Nonius der Längentheilung entspricht. Man begreift nämlich, daß, nachdem man die Alhidaden so gestellt hat, daß sie mit der Nulllinie, welche die Parallele des Orts vorstellt, Winkel machen, die den beobachteten Azimutwinkeln gleich sind, und nachdem man jeden Läufer auf den Theilpunkt gestellt hat, der aus der entsprechenden Zenithdistanz hervorgeht, es nur erforderlich ist, den Winkel zwischen der Linie der beiden Läufer und der Nulllinie aufzusuchen, was mittelst eines Systems von Parallelinealen geschehen könnte, von denen man das eine gegen die Cylinder legte, während das andere sich um das Centrum bewegte.