Abhandlung

über die

mittlere Kraft und Richtung

der

Winde.

Von

P. Placidus Heinrich, Benedictiner,

ordentl. öffentl. Lehrer der Physik, Astronomie und Meteorologie
auf der Universität zu Ingolstadt.

§. 1.

Mit der Witterungskunde verhält es sich wie mit der Astronomie. Vervielfältiget man die Beobachtungen auch zu Millionen, so ist für die Wissenschaft selbst noch kaum die Hälfte der Arbeit gethan, weil man nun erst die gemachten Beobachtungen sorgfältig, wo es nöthig ist, verbessern, berechnen und mühsam bearbeiten muß, wenn sie uns richtige und nützliche Resultate liefern sollen.

Daher rühret es vielleicht, daß, obgleich seit einiger Zeit durch gemeinsames Bestreben gelehrter Gesellschaften dieser Zweig der Naturlehre großes Wachsthum erhalten hat, die Witterungskunde selbst nur langsame Vorschritte macht, indem man, wie es scheint, immer mehr bemühet ist, neue Hypothesen auszudenken, als den bereits vorräthigen Schatz von Beobachtungen zu bearbeiten; vermuthlich weil jenes leichter ist als dieses.

§. 2. Die in der Meteorologie dermal gewöhnlichen Beobachtungen lassen sich füglich unter zwo Klassen bringen. Die einen beziehen sich auf Veränderungen, welche der Größe nach angegeben, und in Zahlen ausgedrückt werden, z. B. der Gang des Barometers,

ters, Thermometers, Hygrometers, u. d. gl. Andere hingegen betreffen die Beschaffenheit gewisser Gegenstände, und werden blos mit Worten oder Zeichen ausgedrückt, als die Art der Witterung, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre, die Farbe der Wolken, die Richtung der Winde, die atmosphärische Elektricität, u. s. w.

Die Beobachtungen der ersten Klasse sind daher so beschaffen, daß man mit ihnen alle Arten von Rechnungen sowohl, als geometrischen Konstructionen vornehmen, und die Resultate derselben in Zahlen oder Linien nach Belieben ausdrücken kann. Dieses gewähret den Vortheil, unzählbare Data von den entferntesten Orten und Zeiten mit einem Blicke zu übersehen, mit einander zu vergleichen, aus allen ein Mittel zu finden, und so manche dem ersten Anschein nach ganz disparate Begebenheiten in guter Ordnung darzustellen. Lambert und Toaldo haben meines Wissens zuerst diesen Weg eingeschlagen, und auch mit glücklichem Erfolge betretten; ersterer vorzüglich, was die Entwerfung der Beobachtungen in krummen Linien betrift; welcher Methode man sich mit vorzüglichem Nutzen alsdann bedient, wenn es auf Vergleichung und Zusammenhaltung zahlreicher Beobachtungen ankömmt.

§. 3. Es ist sich allerdings zu verwundern, daß man nicht schon längst auf Mittel gedacht hat, die Beobachtungen der zwoten Klasse auf eben die Art zu behandeln. Zwar gab uns Hr. Lambert einen Wink, wie dieses in Betreff der Winde geschehen könnte, indem er in den neuen Abhandlungen der königlichen Akademie von Berlin auf das Jahr 1777, S. 36, eine Formel vorträgt, aus acht gegebenen Winden für eine bestimmte Zeit die mittlere Richtung derselben, oder den herrschenden Wind zu berechnen. Allein es ist mir nicht bekannt, daß man bis jetzt von dieser Formel öffentlichen

Ge-

Gebrauch in meteorologischen Schriften gemacht hat. Vielleicht weil sich der erhabene Mathematiker nicht deutlich genug hierüber erklärte, und die Formel selbst ohne Beweis gab; vielleicht auch, weil derley kostbare Sammlungen nicht so allgemein bekannt werden, wie sie es verdienten. Da es zum Theil mein Beruf erheischt, mich mit diesen Gegenständen abzugeben, so war mir dieser Fingerzeig unsers bereits verewigten Mitglieds sehr willkommen, und ich benutzte ihn seit mehrern Jahren in meinen öffentlichen Vorlesungen über die Meteorologie sowohl, als in Bearbeitung der Wetterbeobachtungen. Wie ich dabey zu Werke gehe, um die **mittlere Richtung** und **Kraft der Winde** zu finden, soll gegenwärtige Abhandlung zeigen.

§. 4. Wenn man die Winde als Kräfte betrachtet, welche nach Verschiedenheit ihrer Richtung und Größe sich bald einander wechselseitig unterstützen, bald ganz oder zum Theil hemmen und aufheben; wenn man ferner jeden beliebigen Beobachtungsort als den Punkt annimmt, auf welchen sie hinwirken, so sieht man leicht ein, daß das Problem von der mittlern Richtung und Größe der während einer gewissen Zeit wehenden Winde ganz von der Theorie der Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte abhange, und daß dieses Problem nicht sowohl einer neuen Auflösung, als einer Erläuterung und Anwendung auf unsern Gegenstand bedärfe. Zum Behuf einiger Leser wird es mir erlaubt seyn, ein Paar allgemein bekannte Probleme vorauszuschicken, weil sie den Weg zu andern Auflösungen und Schlüssen bahnen.

§. 5. **Aufgab** *I.* **Es sind zwo Kräfte** *AC*, *BC* **(***Tab. I Fig.* 1) **nebst dem Winkel** *ACB*, **unter welchem sie auf den Punkt** *C* **wirken, gegeben, man soll die mittlere Kraft** *QC* **und ihre Richtung finden.**

Auf-

Auflösung. Aus der Lehre von Zusammensetzung der Kräfte, ist bekannt und erwiesen, daß allemal

$$QC = \sqrt{(AC^2 \pm 2\,AC.\,BC.\,\cos ACB + BC^2)}$$

$$\text{Tang } ACQ = \frac{BC.\ \sin ACB}{AC \pm BC.\ \cos ACB}$$

§. 6. **Zusätze.** a) Stellen nun die Linien AC und BC zween Winde, ihrer Größe und Richtung nach, vor, welche, entweder zu derselben Zeit, oder auch an verschiedenen Tagen auf den Standpunkt C gewirket haben, so kann QC als der mittlere, den vorigen in Betreff auf C gleich wirkende Wind angesehen werden.

b) Ist der Winkel ACB null, so wird $\sin ACB = 0$, $\cos ACB = 1$, $\text{Tang } ACQ = 0$, dann ist $QC = AC + BC$, oder die mittlere Kraft ist in diesem Falle der Summe beyder Kräfte gleich, und hält auch dieselbe Richtung.

c) So lang der Winkel ACB spitzig ist, so gilt in den zwo Gleichungen das Zeichen +, weil der Cosinus im ersten Quadranten positiv ist.

d) Wird ACB ein rechter Winkel, so verschwindet der Cosinus, und der Sinus ist = 1; dann hat man

$$QC = \sqrt{AC^2 + BC^2}$$

$$\text{Tang } ACQ = \frac{BC}{AC}$$

Wenn daher zween Winde unter einem rechten Winkel zusammentreffen, so ist der mittlere Wind die Hypotenus eines rechtwinklichten Dreyeckes, wovon die Seitenwinde die Katheten vorstellen.

Den

Den Winkel selbst aber findet man auf die angezeigte Art. Und wenn zugleich $AC = BC$, so ist $\sqrt{\frac{QC^2}{2}} = AC = BC$, und Tang ACQ = sin. tot = 1; weil alsdann $ACQ = 45°$.

e) Ist der Winkel größer als ein rechter, so wird sein Cosinus negativ, und es gilt in beyden Formeln das Zeichen —.

f) Wäre endlich $ACB = 180°$, so erhielte man $QC = AC - BC$, und Tang $\phi = 0$. Sind sich daher zween Winde gerade entgegengesetzt, wie O und W, NO, SW u. s. f. so gleicht der mittlere Wind der Differenz von beyden, und fällt nach der Richtung des stärkern.

§. 7. **Aufgab** *II.* **Die Seitenkräfte** *AC, BC*, **so wie die mittlere Kraft** *QC* **sind gegeben (Fig. 1), man soll die Entfernung ihrer Endpunkte** *A, B, Q*, **von zwo Linien** *NC, OC*, **finden, welche in derselben Ebne liegen, und sich unter einem gegebenen Winkel schneiden.**

Auflösung. Aus den Endpunkten A, B, Q, ziehe man Parallellinien mit NC, OC, und verzeichne die Parallelogramme CPQR, CEBF, CDAH, dann ist bekanntlich der Abstand

des Punktes Q $\begin{cases} \text{von } NC = CR.\ \sin NCO \\ \text{von } OC = CP.\ \sin NCO \end{cases}$

— — — — — B $\begin{cases} \text{von } NC = CF.\ \sin NCO \\ \text{von } OC = CE.\ \sin NCO \end{cases}$

— — — — — A $\begin{cases} \text{von } NC = CH.\ \sin NCO \\ \text{von } OC = CD.\ \sin NCO \end{cases}$

Auf

Auf diese Art läßt sich die Lage eines jeden Punktes auf einer Fläche bestimmen, welche **Lage**, und welchen **Winkel** man auch den zwo Richtungslinien NC, OC, geben will, welches allerdings willkührlich ist, nur muß man sich hierüber erklären. Es ist auch nicht nothwendig, daß QP, QR, u. s. w. senkrecht auf NC, OC stehen, wenn sie nur untereinander ein Parallelogramm bilden.

§. 8. **Aufgab** *III*, und **Auflösung. Sollte ich die Lage nicht blos der Punkte** *A*, *B*, *Q*, **sondern der ganzen Linien** *AC*, *BC*, *QC* **auf einer Ebne bestimmen, in welcher die Richtungslinien** *NC*, *OC* **liegen**, so geschieht dieses bekanntlich, indem man ihre gegenseitige Neigung, das ist, den Winkel suchet, welchen die gegebenen Linien miteinander einschließen, der Werth dieses Winkels aber ist schon in der Auflösung §. 5. angegeben worden. Also die Lage von QC gegen NC und OC zu bestimmen, ergänze man nach §. 7 das Parallelogramm CPQR, dann ist

$$\text{Tang } PCQ = \frac{CR. \sin NCO}{CP \pm CR. \cos NCO}$$

§. 9. **Zusätze.** a) So einen Winkel, welcher die Lage einer Linie gegen eine andere (von bereits bekannter Lage) angiebt, will ich in der Folge **Positionswinkel** nennen, und allemal durch ϕ bezeichnen.

b) Ist die Neigung der Richtungslinien, oder der Winkel NCO ein rechter, so wird §. 8.

$$\text{Tang } \phi = \frac{CR}{CP}$$

Da hier von Winden die Rede ist, deren Richtungen man gern auf zween Hauptpunkte des Horizons bezieht, so sollen künftig die

Linien

Linien NC, OC, allzeit senkrecht aufeinander stehen, also NCO = 90° seyn.

c) Stellt nun NC Fig. 1. den Meridian eines Ortes, N die Lage gegen Norden, mithin O den östlichen Punkt des Gesichtskreises vor, und es sind zween oder mehrere Winde BC, AC, ꝛc. gegeben, so läßt sich ihre Lage gegen NC allemal bestimmen. Bey zween Winden sind acht Fälle möglich; denn wenn man NC, und OC verlängert, daß sie vier rechte Winkel einschließen, so können beyde Winde zugleich zwischen denselben Quadranten fallen, wie Fig. 1, oder es kann jeder Wind in einem besondern liegen, wie Fig. 2, 3, 4, 5; wodurch dann ihre Lage gegen NC, und OC bald positiv bald negativ wird, wie sogleich umständlicher erkläret werden soll.

§. 9. **Aufgab** *IV.* **Es bleibe alles, wie bisher angenommen worden; man soll die Seitenkräfte** *BC*, *AC*, **und die mittlere Kraft** *QC* **so bestimmen, daß ihr Werth in Theilen von** *NC*, **und** *OC* **ausgedrückt werde.**

Auflösung. Man verfahre, wie §. 7., so erhält man, da der Winkel NCO ein rechter ist, statt der dortigen Parallelogramme die Rechtecke CPQR, CEBF, CDAH, deren Diagonalen die gegebenen drey Kräfte ausmachen. Auf diese Art zerfällt BC in die Seitenkräfte CE, CF; AC in CD, CH; und QC in QP, QR. Also ist

BE = CF = BC. sin NCB
CE = BC. cos NCB
CH = AC. sin NCA, u. s. w. mithin

$CF + CH = BC. \sin NCB + AC. \sin NCA$
$CE + CD = BC. \cos NCB + AC. \cos NCA$
$CR + CP = CQ. \sin NCQ + CQ. \cos NCQ.$

§. 10. Wenn wir nun beweisen, daß $CF + CH = CR$, und $CE + CD = CP$, so folgt auch, daß (§. 9, b)

$$\text{Tang } \phi = \frac{CR}{CP} = \frac{BC. \sin NCB + AC. \sin NCA}{BC. \cos NCB + AC. \cos NCA}$$

dieses soll allgemein in folgender Aufgabe erwiesen werden.

§. 11. **Aufgab** *V.* **Alles bleibe, wie zuvor, man verlangt sowohl die Lage der mittlern Kraft** *QC*, **als ihre Größe in Bezug auf** *NC, OC*, **die Seitenkräfte mögen was immer für eine Lage (§. 9, c,) haben.**

Auflösung. Man verlängere, wenn es nöthig ist, Fig. 1, 2, 3, 4, 5, NC, OC, nach Belieben, und construire, wie §§. 7, 10, die Rechtecke CEBF, CDAH; darauf mache man, (angenommen, daß die Richtungslinien NC, OC, nebst dem Quadranten NCO bejahend seyn)

Fig. 1, 3, 5 $CP = \pm CD \pm CE$
Fig. 2, 4 $CP = \mp CD \pm CE$
Fig. 1, 2, 4 $CR = \pm CF \pm CH$
Fig. 3, 5 $CR = \pm CF \mp CH$,

je nachdem die gegebenen Kräfte gegen die beyden Richtungslinien eine positive oder negative Lage haben. Endlich vereinige man beyde auf solche Art bestimmte Punkte P und R, so wird die Linie $PR = \sqrt{CP^2 + CR^2}$, die mittlere Kraft, und der Winkel CPR den Positionswinkel dieser mittleren Kraft vorstellen.

Beweis. Mit den Richtungslinien CN, CO, ziehe man aus den Punkten P und R die Parallelen PQ, RQ, um das Rechteck CPQR zu erhalten.

Ferner ziehe man die geraden Linien BQ, AQ, CQ, und verlängere, wenn es nöthig ist, die senkrechten Linien BE, AH; jene bis an den Punkt L der Seite RQ, diese bis an den Punkt I der Seite PQ; daher müssen auch nach Beschaffenheit der Figur die Seiten PQ, RQ, verlängert werden.

Da nun gemäß der Konstruction

$CP = \pm CD \pm CE$ (Fig. 1, 3, 5) $= \mp CD \pm CE$ (Fig. 2, 4)

$CR = \pm CF + CH$ (Fig. 1, 2, 4) $= \pm CF \mp CH$ (Fig. 3, 5)

so wird auch $DP = CE$, und $HR = CF$ seyn.

Daraus fogt, daß die rechtwinklichten Dreyecke ECB, IAQ, einander gleich und ähnlich sind, weil $EC = PD = IA$; und $EB = CF = HR = IQ$; mithin $CB = AQ$.

Eben so sind die rechtwinklichten Dreyecke CAD, PQL, einander gleich und ähnlich, weil

$QL = QR \mp LR = PC \mp EC = PC \mp PD = DC$, wo die obern Zeichen für Fig. 1, 3, 5, die untern für Fig. 2, 4, gelten. Gleichfalls

$BL = EL \mp EB = CR \mp CF = PQ \mp QI = PI = DA$, wobey die obern Zeichen für Fig. 1, 2, 4, die untern für Fig. 3, 5, genommen werden.

Also ist BCAQ ein Parallelogramm, und CQ seine Diagonal, und zugleich die mittlere Richtung der Kräfte BC, AC; PCQ aber der Positionswinkel von CQ gegen NC. Es ist aber CQ, so wie PR auch die Diagonal des Rechteckes CPQR, und der Winkel CPR = PCQ; also ist auch PR die mittlere Kraft, und CPR der Positionswinkel dieser Kraft in Bezug auf die Richtungslinie NC. W. z. e. w.

§. 12. **Zusätze.** a) Also ist

$$\text{Tang}\ \phi = \frac{CR}{CP} = \frac{\sin\phi}{\cos\phi} = \frac{BC.\ \sin\overline{NCB} + AC.\ \sin\overline{NCA}}{BC.\ \cos\overline{NCB} + AC.\ \cos\overline{NCA}}$$

und $PR = \sqrt{CR^2 + CP^2}$. Der Positionswinkel, so wie die mittlere Kraft ergiebt sich allemal, so bald die für sich willkührliche Lage der Richtungslinien bestimmet ist.

b) Bey senkrecht aufeinander stehenden Richtungslinien braucht man nur die Lage einer einzigen, nebst ihrer positiven Seite zu wissen, um das Problem gehörig aufzulösen.

c) Sollten die Richtungslinien NC, CO, (Fig. 6) auch nicht durch den Vereinigungspunkt $\underline{c}$ der Kräfte Bc, Ac, gehen, so könnte man allemal durch $\underline{c}$ die Linien nc, co, parallel mit NC, CO ziehen, und so das Verlangte erhalten.

d) Da die mittlere Kraft blos allein von den Seitenkräften, und ihrem Neigungswinkel abhangt, (§. 5.) so wird sie dieselbe bleiben, so lang Richtung und Größe der gegebenen Kräfte unverändert bleibt, die Richtungslinien NC, OC, mögen sich übrigens um den Punkt C herumdrehen, wie sie wollen. Wenn Fig. 3, 5, CA, CB beyderseits gleich, und unter gleichen Winkeln geneigt sind, so wird auch CQ in beyden Figuren gleich groß ausfallen; die Rich-

tungs-

tungslinien mögen wie immer ihre Lage geändert haben; und es läßt sich denken, daß aus der dritten die fünfte Figur, blos dadurch, daß sich die Richtungslinien um den Punkt C gedrehet haben, entstanden sey.

e) Bey Bestimmung der mittlern Winde ist es bequem, die Meridianlinie des Ortes zur Richtungslinie zu wählen. Die Windrose, als ein Kreis betrachtet, hat keinen festen Punkt, auf welchen sich die übrigen hinbeziehen sollen; doch scheint es der Natur der Sache angemessen, die Linien zu wählen, welche die vier Kardinalpunkte des Gesichtskreises vereinigen.

f) Betrachten wir den Werth der Tangenten des Positionswinkels ϕ (§. 12, a), so sieht man auf den ersten Anblick, daß die Lage dieser Tangente von dem Werthe des Bruches $\frac{CR}{CP}$, dieser aber von der Größe der beyden Winkel NCB, und NCA, das heißt, von der Lage der Seitenkräfte (§. 8, c) abhange; dieses wollen wir jetzt erklären.

§. 13. a) Nimmt man Fig. 1 — 5 den Quadranten NCO als den ersten an, und zählet man wie im Kreis von der Linken zur Rechten fort, so wird der Positionswinkel auf den ersten, oder vierten Quadranten fallen, wenn CP positiv (wie Fig. 1, 4); auf den zweyten oder dritten Quadranten aber, wenn CP negativ ist (wie Fig. 2, 3); dieß ist die bekannte Eigenschaft des Cosinus.

b) Eben so wenn CR bejahend ist, wie Fig. 1, 2, 5, so fällt der Positionswinkel auf den ersten oder zweiten Quadranten; auf den dritten oder vierten aber, wenn CR eine negative Lage hat, wie Fig. 3, 4; dieß ist die Eigenschaft des Sinus.

c) Da

c) Da nun Tang $\phi = \frac{CR}{CP}$, so folgt aus dem eben gesagten, daß die Tangente des Positionswinkels ϕ

auf den ersten Quadranten fällt, wenn Tang $\phi = \frac{+CR}{+CP}$

— — zweyten — — — wenn — — $= \frac{+CR}{-CP}$

— — dritten — — — wenn — — $= \frac{-CR}{-CP}$

— — vierten — — — wenn — — $= \frac{-CR}{+CP}$

§. 14. **Aufgab** *VI.* **Vorausgesetzt, daß der Quadrant** *NCO* **allzeit bejahend sey, so werden (Fig. 7) vier Kräfte** *CN*, *CO*, *CS*, *CW* **gegeben, die sich paarweis entgegengesetzt sind, und von welchen** *CN* **die Stelle der Richtungslinie vertritt, auch sey** $CN < CS$, **und** $CO < CW$, **man verlangt die mittlere Kraft nebst ihrer Richtung.**

Auflösung. Hier hat man blos die Differenzen der Kräfte zu nehmen (§. 6, f); daher ist

$$\frac{CR}{CP} = \frac{CO - CW}{CN - CS} = \text{Tang } \phi$$

da ferner $CO < CW$, und $CN < CS$, so wird sowohl Zähler als Nenner negativ, und die Tangente gehört zum dritten Quadranten, (§. 13, c) oder es ist $\frac{CO - CW}{CN - CS} = \text{Tang } \phi + 180^\circ$

Endlich ist die mittlere Kraft

$$= \sqrt{\left[(CO - CW)^2 + (CN - CS)^2\right]}$$

§. 15.

§. 15. Um diese Aufgabe zu konstruiren, setze man die gegebenen Kräfte in ihrem Verhältniße nach einem beliebigen Maaßstabe unter einem rechten Winkel in gegebener Ordnung zusammen, (Fig. 7). Man mache ferner SP = CN, und WR = CO, so erhält man die Punkte P und R, um PR ziehen zu können; dann ist der Positionswinkel = CPR + 180°. Oder man versetze CR in paralleler Lage nach PQ, und ziehe CQ = PR, so wird der erhabene Winkel NCQ den Positionswinkel vorstellen. Die mittlere Kraft ist PR = CQ. (§. 11.)

§. 16. **Aufgab** *VII.* **Es seyn vier nicht gerade entgegengesetzte Kräfte gegeben; ferner sey**
die erste = *A*, und ihr Positionswinkel kleiner als 90° = *a*,
die zwote = *B* — — — — — — kleiner als 90° = *b*,
die dritte = *C*, u. ihr Pstw. größer als 90°, kleiner als 180° = *c*
die vierte = *D*, u. ihr Pstw. größer als 180°, kleiner als 270° = *d*;
man soll die mittlere Kraft und ihren Positionswinkel Φ finden.

Auflösung. Nach §. 12. ist

$$\text{Tang}\ \Phi = \frac{A.\sin a + B.\sin b + C.\sin c - D.\sin d}{A.\cos a + B.\cos b - C.\cos c - D.\cos d}$$

Die mittlere Kraft aber ist =

$$\sqrt{\left[(A.\sin a + B.\sin b + C.\sin c - D.\sin d)^2 + (A.\cos a + B.\cos b - C.\cos c - D\cos d)^2\right]}$$

§. 17. Zusätze. a) Wie ungefähr aus hundert möglichen Konstructionen dieser Aufgabe eine aussehen möchte, zeigt die 8te Figur.

b) Nach

b) Nach Anweisung des vorigen Paragraphs würde es nicht schwer seyn, für jede beliebige Anzahl der Kräfte, mit beliebigen Positionswinkeln eine Formel für die Tangente ϕ, so wie für den Werth der mittlern Kraft anzusetzen. Wir übergehen aber dergleichen Aufgaben, da sie zu unserm Zwecke nicht dienen, und fügen nur noch eine an, womit wir den theoretischen Theil dieser Abhandlung schließen wollen.

§. 18. **Aufgab.** *VIII.* **Die Kräfte, welche auf einen gemeinschaftlichen Punkt wirken, und übrigens von verschiedener Größe seyn können, sollen mit ihren Richtungen die Winkel eines regulären Vieleckes beschreiben; wovon der Centriwinkel $= n$ gegeben, sobald die Anzahl der Kräfte bekannt ist. Ferner soll die Richtung einer aus den gegebenen Kräften zugleich die gemeinsame Richtungslinie aller übrigen seyn. Man verlangt die mittlere Kraft, und ihren Positionswinkel mit der gemeinsamen Richtungslinie.**

Auflösung. Es seyn die Kräfte des ersten Quadranten A, B, C, D . . . . w, wo w senkrecht auf die angenommene Richtungslinie fallen soll:

Die den vorigen im dritten Quadranten entgegengesetzte Kräfte seyn a, b, c, d . . . . w'.

Die Kräfte des zweyten Quadranten, welche von der Richtungslinie mit den ersten gleichweit entfernet sind, heißen: B', C', D' . . . . . und endlich die im vierten Quadranten diesen entgegengesetzten b', c', d' . . . .

Die

Die Richtung der Kraft A sey zugleich die gemeinsame Richtungslinie aller vereinigten Kräfte; so ist, wie bekannt, in diesem Falle für die obige Formel §. 12. $\frac{\sin\phi}{\cos\phi} =$

$$\left.\begin{array}{l} (A - a)\sin 0^\circ = 0 \\ + (B - b)\sin n \\ + (C - c)\sin 2n \\ + (D - d)\sin 3n \\ \quad\vdots \\ + w - w')\sin \mathrm{tot} = w - w' \\ \quad\vdots \\ + (D' - d')\sin 3n \\ + (C' - c')\sin 2n \\ + (B' - b')\sin n \end{array}\right\} : \left\{\begin{array}{l} (A - a)\cos 0^\circ = A - a \\ + (B - b)\cos n \\ + (C - c)\cos 2n \\ + (D - d)\cos 3n \\ \quad\vdots \\ - (w - w')\cos 90^\circ = 0 \\ \quad\vdots \\ - (D' - d')\cos 3n \\ - (C' - c')\cos 2n \\ - (B' - b')\cos n \end{array}\right.$$

also ist $\mathrm{Tang}\,\phi =$

$$\frac{(B+B'-b-b')\sin n+(C+C'-c-c')\sin 2n+(D+D'-d-d'(\sin 3n \ldots\ldots + w-w'}{(B+b'-B'-b)\cos n+(C+c'-C'-c)\cos 2n+(D+d'-D'-d)\cos 3n \ldots\ldots + A-a}$$

Die 10te Figur kann das eben Gesagte versinnlichen.

§. 19. Diese Formel ist es eigentlich, welche zum Grunde gelegt wird, wenn man die mittlere Stärke und Richtung der Winde sucht, nur muß sie erst noch eine etwas geschmeidigere Gestalt bekommen, und statt der unbestimmten Buchstaben mit den Nämen der Winde ausgedrückt werden. Wenn man zwey und dreyßig Winde zählt, so stellt die Windrose ein reguläres Vieleck von 32 Seiten vor, dessen Centriwinkel $11\frac{1}{4}^\circ$ hält. Jeder der acht Winde eines Quadranten hat in den ihm entgegenstehenden Quadranten auch einen entgegengesetzten Wind. Man könnte diese gegenüberstehenden Winde Antagonisten nennen, weil sie einander ganz oder zum Theil aufheben.

Hätte nun jemand in seinem meteorologischen Tagbuche die 32 Winde ihrer Richtung und Stärke nach bemerket und gehörig berechnet, und wünschte nun aus allen die mittlere Richtung und die Größe des herrschenden Windes binnen einer gegebenen Zeit zu finden, so würde dazu folgende Formel dienen, welche keine andere, als die obige auf einen bestimmten Fall angewandt, und mit den Nämen der 32 Winde belegt ist. Die Mittagslinie sey, wie allemal, die Richtungslinie, und man zähle von Norden nach Osten; **dann ist die Tangente des Positionswinkels gleich einem Bruch, dessen Zähler ist**

$$
\begin{aligned}
&(\mathrm{N}\tfrac{1}{4}\mathrm{NO} + \mathrm{S}\tfrac{1}{4}\mathrm{SO} - \mathrm{S}\tfrac{1}{4}\mathrm{SW} - \mathrm{N}\tfrac{1}{4}\mathrm{NW}) \sin 11\tfrac{1}{4}^\circ \\
+&(\mathrm{NNO} + \mathrm{SSO} - \mathrm{SSW} - \mathrm{NNW}) \sin 22\tfrac{1}{2}^\circ \\
+&(\mathrm{NO}\tfrac{1}{4}\mathrm{N} + \mathrm{SO}\tfrac{1}{4}\mathrm{S} - \mathrm{SW}\tfrac{1}{4}\mathrm{S} - \mathrm{NW}\tfrac{1}{4}\mathrm{N}) \sin 33\tfrac{3}{4}^\circ \\
+&(\mathrm{NO} + \mathrm{SO} - \mathrm{SW} - \mathrm{NW}) \sin 45^\circ \\
+&(\mathrm{NO}\tfrac{1}{4}\mathrm{O} + \mathrm{SO}\tfrac{1}{4}\mathrm{O} - \mathrm{SW}\tfrac{1}{4}\mathrm{W} - \mathrm{NW}\tfrac{1}{4}\mathrm{W}) \sin 56\tfrac{1}{4}^\circ \\
+&(\mathrm{ONO} + \mathrm{OSO} - \mathrm{WSW} - \mathrm{WNW}) \sin 67\tfrac{1}{2}^\circ \\
+&(\mathrm{O}\tfrac{1}{4}\mathrm{NO} + \mathrm{O}\tfrac{1}{4}\mathrm{SO} - \mathrm{W}\tfrac{1}{4}\mathrm{SW} - \mathrm{W}\tfrac{1}{4}\mathrm{NW}) \sin 78\tfrac{3}{4}^\circ \\
+&\ \mathrm{O} - \mathrm{W}
\end{aligned}
$$

und dessen Nenner ist

$$
\begin{aligned}
&\ \mathrm{N} - \mathrm{S} \\
+&(\mathrm{N}\tfrac{1}{4}\mathrm{NO} + \mathrm{N}\tfrac{1}{4}\mathrm{NW} - \mathrm{S}\tfrac{1}{4}\mathrm{SO} - \mathrm{S}\tfrac{1}{4}\mathrm{SW}) \cos 11\tfrac{1}{4}^\circ \\
+&(\mathrm{NNO} + \mathrm{NNW} - \mathrm{SSO} - \mathrm{SSW}) \cos 22\tfrac{1}{2}^\circ \\
+&(\mathrm{NO}\tfrac{1}{4}\mathrm{N} + \mathrm{NW}\tfrac{1}{4}\mathrm{N} - \mathrm{SO}\tfrac{1}{4}\mathrm{S} - \mathrm{SW}\tfrac{1}{4}\mathrm{S}) \cos 33\tfrac{3}{4}^\circ \\
+&(\mathrm{NO} + \mathrm{NW} - \mathrm{SO} - \mathrm{SW}) \cos 45^\circ \\
+&(\mathrm{NO}\tfrac{1}{4}\mathrm{O} + \mathrm{NW}\tfrac{1}{4}\mathrm{W} - \mathrm{SO}\tfrac{1}{4}\mathrm{O} - \mathrm{SW}\tfrac{1}{4}\mathrm{W}) \cos 56\tfrac{1}{4}^\circ \\
+&(\mathrm{ONO} + \mathrm{WNW} - \mathrm{OSO} - \mathrm{WSW}) \cos 67\tfrac{1}{2}^\circ \\
+&(\mathrm{O}\tfrac{1}{4}\mathrm{NO} + \mathrm{W}\tfrac{1}{4}\mathrm{NW} - \mathrm{O}\tfrac{1}{4}\mathrm{SO} - \mathrm{W}\tfrac{1}{4}\mathrm{SW}) \cos 78\tfrac{3}{4}^\circ
\end{aligned}
$$

§. 20. So deutlich auch diese Formel, und so leicht ihre Anwendung ist, so würde sie doch in der Ausübung viele Zeit und Mühe

kosten.

kosten. Man kann dieser Unbequemlichkeit nicht ausweichen, als daß man sich entweder beym Beobachten auf wenigere Winde einschrenket, oder noch vor der Bestimmung des mittlern Windes einige Seitenwinde auf andere hinüber wirft, und gehörig vertheilt. Für die Meteorologie ist es hinreichend, wenn man sechszehn Winde beobachtet; ja für solche Standpunkte, wo man die Witterung des Tages nur drey bis viermal aufzeichnet, sind deren acht genug. Für beyde Fälle will ich die hiezu dienende Formel hersetzen.

§. 21. In der Voraussetzung der sechszehn Winde gleicht die Windrose einem regulären Vieleck, dessen Centriwinkel $22\frac{1}{2}$ Grad hält; dann gleicht Tang ϕ einem Bruche, dessen Zähler =

$$\begin{array}{l} O - W \\ +(NNO + SSO - SSW - NNW) \sin 22\tfrac{1}{2}^\circ \\ +(NO + SO - SW - NW) \sin 45^\circ \\ +(ONO + OSO - WSW - WNW) \sin 67\tfrac{1}{2}^\circ \end{array}$$

und dessen Nenner ist

$$\begin{array}{l} N - S \\ +(NNO + NNW - SSO - SSW) \cos 22\tfrac{1}{2}^\circ \\ +(NO + NW - SO - SW) \cos 45^\circ \\ +(ONO + WNW - OSO - WSW) \cos 67\tfrac{1}{2}^\circ \end{array}$$

Setzt man den ganzen Zähler dieses, so wie der obigen Brüche §§. 18, 19 = A, und den Nenner = B, so ist die mittlere Kraft überall = $\sqrt{A^2 + B^2}$ §. 12.

§. 22. Endlich für den Fall, daß man nur die acht Hauptwinde bemerket, so ist für sich klar, daß

$$\text{Tang } \phi = \frac{O - W + (NO + SO - SW - NW) \sin 45^\circ}{N - S + (NO + NW - SO - SW) \cos 45^\circ};$$

 und

und die mittlere Kraft des Windes gleich der Hypothenuse eines Dreyeckes, wovon der Zähler und Nenner dieses Bruches die Katheten ausmachen, wie eben §. 21. gesagt worden.

§. 23. Die zuletzt angeführte Formel dient auch für den Fall, wenn man bey Reduction der Winde auf weniger als acht herabkömmt. Die Stellen, für welche die Winde mangeln, bezeichne man mit o, oder mit einem ✱, so geht die übrige Rechnung wie sonst.

Sollte man z. B. den Positionswinkel und die mittlere Kraft der vier Winde W, N, SW, NW, deren Größen gegeben sind, finden, so ist

$$\text{Tang}\ \phi = \frac{\ast - W (\ast + \ast - SW - NW) \sin 45^\circ}{N - \ast (\ast + NW - \ast - SW) \text{cosin}\ 45^\circ}$$

$$= \frac{- W (- SW - NW) \sin 45^\circ}{+ N (+ NW - SW) \cos 45^\circ}$$

die mittlere Kraft erhält man wie sonst.

§. 24. Jetzt hätten wir also die nöthigen Formeln um für jeden Fall die mittlere Richtung und Kraft der Winde zu bestimmen, es mögen deren zwey, vier, acht, sechszehn, oder zwey und dreißig gegeben seyn, und so haben wir die Lambertische Formel, welche §. 22. enthalten ist, nicht nur erwiesen, sondern auch erweitert; nun müssen wir nur noch ihre Anwendung zeigen, zugleich aber den Begriff von der mittlern Kraft der Winde auseinander setzen.

§. 25. Da ununterbrochene, auf gewisse Stunden des Tages festgesetzte, jahrelang fortdauernde Wetterbeobachtungen, eine sehr lästige und oft undankbare Arbeit sind, so begnüget man sich gewöhnlich damit, den Stand der meteorologischen Werkzeuge, also auch

die

die Richtung der Winde, dreymal des Tages aufzuzeichnen. Um nun den binnen einer gegebenen Zeit, z. B. einem Jahre, oder Monate, herrschenden Wind zu finden, pflegt man die ins Tagbuch eingetragenen Winde zu summiren, und denjenigen für den herrschenden anzusehen, dessen Summe die größte ist. Auf die Stärke der Winde nimmt man hiebey gewöhnlich keine Rücksicht, sondern setzt für alle eine mittlere Stärke voraus. Ueber diese Methode nun muß man sich erst erklären, ehe man von den angeführten Formeln richtigen Gebrauch machen kann.

§. 26. Die Winde haben ohne Zweifel großen Bezug auf unsern Erdball, und zwar verschiedene Winde auch verschiedene, oft ganz entgegengesetzte Wirkungen. Es ist eine alte Regel unserer vaterländischen Meteorologen, daß die Venti orientales ſicci & calidi; venti occidentales humidi & frigidi; meridionales humidi & calidi, ſeptemtrionales ſicci & frigidi sind. So sagt mir eine von einem hiesigen Professor des vorigen Jahrhunderts, vermuthlich von P. Scheiner oder Cissati gezeichnete Windrose, welche eben vor mir liegt. Diese durch Entdeckung der Sonnenflecken, und überhaupt im mathematischen Fache mit Ruhm bekannten Männer hatten auch nicht ganz Unrecht, wie ich aus zahlreichen hier gemachten Beobachtungen darthun könnte. Man hat also gegründete Ursache, die Winde nicht nur als auf den Erdball wirkende, sondern auch als sich entgenwirkende Kräfte vorzustellen; welches nicht Statt fände, wenn der heutige Ostwind, in Rücksicht der Witterung, u. dergl. eben das, was der gestrige Westwind, bewirkte.

§. 27. Bey Körpern, die mechanisch aufeinander wirken, schätzt man die Größe der Wirkung (man verstehe die ganze Wirkung), oder wie man sich ausdrückt, die Größe der Bewegung aus der

Quan-

Quantität der bewegten Materie, und ihrer Geschwindigkeit zugleich, und braucht dabey den Ausdruck Q = MC. Gemäß dieser Formel leistet eine einfache Quantität der Materie mit einer doppelten Geschwindigkeit eben das, was eine doppelte Quantität mit der einfachen Geschwindigkeit leistet. Bey diesem Begriffe der Wirkung kommen also zwey Data vor, M und C. Nun können flüßige Materien, dergleichen auch der Luftstrom ist, durch ihre Bewegung auf zweyerley Art wirken, einmal in Masse, wie das Wasser beym Wasserhammer, und dann auch im Fluße, wie das Wasser im Mühlbache auf die Schaufeln des unterschlächtigen Rades, oder der Wind auf eine ihm entgegengesetzte Fläche. Im letztern Falle kann man den ganzen einer gegebenen Zeit zukommenden Effect nicht anders schätzen, als indem man bestimmt, wie lang und mit welcher Geschwindigkeit das Flüßige gewirket hat. Eben so verhält es sich mit den Winden. Je länger ein gewisser Wind aushält, und je geschwinder er währeud dieser Zeit vorbeyströmmt, desto größer wird sein Effect auf eine gegebene Fläche seyn.

§. 28. Was also in der allgemeinen Formel Geschwindigkeit, C, ausdrückt, heißt, in der gemeinen Sprache, Stärke des Windes, der man gewöhnlich fünf Grade vom schwächesten Winde bis zum stärksten Sturm giebt. Ich bezeichne diese Stärke, da sie eigentlich Geschwindigkeit ist, gleichfalls mit C.

Was in der allgemeinen Formel Masse, M, heißt, ist hier Dauer, Zeitraum. Da man aber, bey der gewöhnlichen Methode zu beobachten, diese Dauer nicht wohl anders bestimmen kann, als durch die Anzahl der Beobachtungen, welche sich für diesen oder jenen Wind ergiebt, so kann man sie füglich durch N ausdrücken; daher ist bey den Winden Q = NC.

§. 29. Wüßte ich nun, wie viele Stunden, binnen einem Jahre, ein Wind angehalten, und mit welchem Grade der Stärke er zu jeder Stunde gewähet hat, so könnte ich sein Q angeben, und mit dem q eines andern Windes, von welchem ich dieselben Data habe, vergleichen. Erstreckten sich meine Beobachtungen sogar auf die halben Stunden, so würde ich der Wahrheit noch näher kommen, weil mir auf diese Art nicht leicht eine Abwechslung des Windes an Geschwindigkeit und Richtung unbemerkt hätte entwischen können. Allein beobachte ich des Tages nur dreymal, etwa von 8 zu 8 Stunden, so verliert meine Bestimmung des Q schon sehr viel an Wahrscheinlichkeit und Genauigkeit; noch mehr aber, wenn die Beobachtungsstunden nicht einmal in gleiche Zwischenräume vertheilet sind, weil ich alsdann bey der Berechnung der mittlern Kraft stillschweigend voraussetze: a) daß diese Zwischenräume gleich waren, b) daß während der Zwischenzeit keine fremden Winde eingetretten, c) daß sich die Winde gerade dort geändert haben, wo ich die Witterung aufzeichnete; welches alles nicht wohl statt findet.

§. 30. Setzet man unterdessen die beyden obigen Bedingnisse (zahlreiche, und gleich vertheilte Beobachtungsstunden) voraus, so findet man das jedem Winde während einem Jahre zukommende Q, wenn man das N und C für jeden Wind besonders summirt, und die gefundenen Summen miteinander multiplicirt. Dieses Product nenne ich die absolute Stärke des Windes. Fände sich, zum Beyspiel, unter 8760 Beobachtungen eines Jahrganges der Ostwind 1000 mal, und die Summe aller seiner Geschwindigkeiten (Grade der Stärke) 2000, so wäre binnen einem Jahre sein Q = 2000000. Ergäben sich für den Westwind die obigen Data = 2000, und 4000, also sein Q′ = 8000000, so könnte ich mit Recht schließen, daß sich die Wirkung des Westwindes, sie sey auch, welche sie

wolle,

wolle, zu jener des Ostwindes, binnen der gegebenen Zeit, wie 1 zu 4 verhalten habe.

§. 31. Allein da es beynahe unmöglich ist, seine Beobachtungen so sehr zu vervielfältigen, und so gleich auszutheilen; da man an diesem Tage mehr, an jenem weniger Muße zum Beobachten findet, und dennoch zuletzt aus seinen Beobachtungen zuverläßige Resultate zu ziehen wünschet; so muß man hier einen andern Weg einschlagen, welcher zuletzt auch zur Wahrheit führet, nämlich den Mittelweg.

§. 32. Unter **absoluter Dauer aller** während einer gewissen Zeit beobachteten **Winde** verstehe ich die Zahl aller während dieser Zeit gemachten Beobachtungen, und nenne sie künftighin *N*. Die **absolute Dauer eines bestimmten Windes** während jener Zeit heißt die Zahl der Beobachtungen, wo besagter Wind während jener Zeit vorkömmt; ich bezeichne sie mit *n*.

Um nun die relative Dauer D eines Windes zu erhalten, muß ich seine absolute Dauer mit der absoluten aller Winde dividiren, und es ist $D = \frac{n}{N}$. Oder es verhält sich die absolute Dauer aller Winde (N) zur absoluten (n) jedes einzelnen, wie die relative Dauer aller Winde (1) zur relativen jedes einzelnen (D); kurz, die relative Dauer eines Windes steht im geraden Verhältniß seiner absoluten Dauer, und im umgekehrten der Dauer aller Winde.

Daß man bey der gewöhnlichen Beobachtungsmethode, wo an einem Tage, oder Monate bald mehrere bald wenigere Beobachtungen vorkommen, so verfahren müsse, um die Winde miteinander vergleichen zu können, scheint mir einleuchtend, z. B.

Im

Im Jäner 1792 schrieb ich die Richtung des Windes 240mal auf; darunter befand sich der Ostwind 83mal; im Monat März hingegen kömmt er unter 283 Beobachtungen 64mal vor. Also verhält sich nach meiner Methode die relative Dauer des Ostwindes im Jäner 1792 zu der im März =

$\frac{83}{240} : \frac{64}{283} = 0,3458 : 0,2261 = 3458 : 2261.$

§. 33. Eben so behandle ich die Stärke der Winde; wo ich unter Stärke die Geschwindigkeit verstehe, mit welcher der Wind wähet.

Absolute Stärke heißt die Summe aller binnen einer gewissen Zeit vorkommenden Grade der Geschwindigkeit. — Absolute Stärke eines gegebenen Windes die Summe aller seiner, während dieser Zeit, beobachteten Grade; ich setze diese absolute Stärke eines Windes = c.

Um nun seine relative Stärke, V, zu erhalten, dividire ich seine absolute Stärke mit seiner absoluten Dauer, oder es ist bey mir $V = \frac{c}{n}$; die relative Stärke eines Windes steht im geraden Verhältniß seiner absoluten, und im verkehrten seiner ganzen Dauer. Dieses Verfahren ist wie jenes §. 31. nothwendig, weil sonst bey zu ungleich ausgetheilten, und zu sparsamen Beobachtungen keine Vergleichung der Winde nach demselben Maaßstabe Platz haben würde.

Beyspiel. Im Jäner 1792 war die Summe aller beobachteten Grade des Ostwindes = 93 — wo ich gelegentlich erinnern muß, daß ich dem Wind allemal eine Stärke oder Geschwindigkeit = 1 gebe, wenn ich keine größere bemerke; vollkommene Windstille schreibe ich aus guten Gründen nie; denn hat der Wind keine Geschwindigkeit mehr, so hat er auch keine Richtung, — seine absolute Dauer wie §. 31 = 83. Im März war seine absolute Geschwindigkeit so wie seine absolute Dauer = 64; also verhielt sich die relative Geschwindigkeit oder Stärke des Ostwindes im Jäner zu der im März, wie $\frac{93}{83} : \frac{64}{64} = 112 : 100$.

§. 34. Multiplicirt man nun die relative Dauer eines Windes mit seiner relativen Geschwindigkeit, so giebt mir das Product sein relatives Q (§. 27), das heißt die relative Größe des Effectes oder seiner mit andern Winden vergleichbarer Wirkung, welche ich Q' nennen will. Es ist also nach der bisher erklärten Bedeutung der Buchstaben bey den Winden $D = \frac{n}{N}$; $V = \frac{c}{n}$

$Q' = DV = \frac{nc}{Nn} = \frac{c}{N}$; das heißt, um die relative Wirkung eines Windes für eine bestimmte Zeit zu erhalten, dividire man seine absolute dieser Zeit zukommende Geschwindigkeit durch die Zahl aller während dieser Zeit gemachten Beobachtungen.

Beyspiel.

Im Jäner 1792 war für folgende Winde:

	O	W	S	N
die absolute Dauer — —	83	17	3	13
die absolute Geschwindigkeit	93	25	3	23
die Zahl aller Beobachtungen =	240			
mithin ihr relatives Q'. . . .	$\frac{93}{240}$	$\frac{25}{240}$	$\frac{3}{240}$	$\frac{23}{240}$

Im März Zahl der Beobachtungen = 283

	O	W	S	N
absolute Dauer — —	64	46	5	27
absolute Geschwindigkeit	64	69	5	31
ihr relatives Q'.	$\frac{64}{283}$	$\frac{69}{283}$	$\frac{5}{283}$	$\frac{31}{283}$

Verhältniß der Wirkung dieser Winde im Jäner und März

O = 3875 : 2261; W = 1042 : 2438

S = 125 : 177; N = 958 : 1095

§. 35.

§. 35. Wollte ich blos allein die Winde eines einzigen Monates mit einander vergleichen, so wäre gar keine Division vonnöthen, da bey $Q' = \frac{c}{N}$, der Nenner immer derselbe bleibt. Allein man kann diese Operation nicht umgehen, so bald man Winde in verschiedenen Monaten oder Jahren zusammenhält, wo das N gar oft einen andern Werth erhält. Kürzer kann man sich die Sache auch so vorstellen: Die relative Kraft eines Windes, die relative Größe seines Effectes, oder sein relatives Q' ist gleich seiner absoluten Kraft mit der Dauer aller Winde dividirt. Diese absolute Kraft erhalte ich aber, wenn ich aus meinem Tagbuche blos die Grade der Stärke für jeden Wind summire, weil die Grade der Stärke, so wie man selbe aufzeichnet, ohnehin schon das Product aus der Dauer des Windes in seine Geschwindigkeit sind. Finde ich, z. B. an einem gewissen Tage und Stunde angemerket W 3, so ist dieses $3 = 1 \times 3$, das ist die Dauer mit der Geschwindigkeit multiplicirt, also das absolute Q des Windes für diese Zeit. Dies scheint mir die zuverläßigste Methode zu seyn, Winde miteinander zu vergleichen, und in Rücksicht ihrer Wirkungen richtige Resultate zu erhalten. Diese Bearbeitung muß allemal vorausgehen, bevor ich zur Auflösung des Problemes schreite: aus allen gegebenen Winden eines Monates oder Jahres den herrschenden Wind der Größe und Richtung nach zu finden, und zu verzeichnen. Wie ich meine Winde zu gehöriger Auflösung besagten Problems vorbereite, zeigt folgende Tabelle:

§. 36. **Tabelle der Winde 1792 in Ingolstadt,**
welche enthält:

a) wie oft jeder ist beobachtet worden = n
b) die absolute Geschwindigkeit eines jeden = c
c) die relative Größe der Bewegung = Q'
d) die Zahl der Beobachtungen in jedem Monate = N

Monate	O			SO			S			SW		
	n	c	Q'	n	c	Q'	n	c	Q'	n	c	Q'
Jäner	83	93	3875	30	37	1542	3	3	125	62	98	4083
Februar	42	42	1647	16	16	627	10	11	431	50	59	2314
März	64	64	2261	37	37	1307	5	5	177	71	97	3428
April	113	115	4152	26	26	938	3	3	108	52	68	2455
May	23	24	757	15	15	473	4	5	158	55	64	2019
Juny	35	35	1136	22	22	714	3	3	97	58	72	2337
July	37	40	1282	46	47	1506	3	3	96	72	84	2693
August	40	41	1444	22	22	774	12	12	423	82	90	3169
Septem.	12	17	742	13	13	568	12	13	568	88	121	5283
October	85	116	5000	71	72	3090	6	6	258	25	42	802
Novem.	72	78	2800	28	30	1080	10	10	358	59	67	2400
Decemb.	24	29	1032	15	15	534	10	10	356	94	128	4555
Im ganzen Jahre	630	694	26128	341	352	13153	81	84	3155	768	990	36588

W			NW			N			NO			
n	c	Q′	n	c	Q′	n	c	Q′	n	c	Q′	N
17	25	1042	19	22	917	13	23	958	13	18	750	240
86	146	5725	31	51	2000	14	21	823	6	10	392	255
46	69	2438	19	28	989	27	31	1095	14	14	500	283
48	91	3285	20	33	1194	6	8	289	9	11	397	277
60	69	2176	98	120	3785	28	39	1230	32	51	1609	317
93	112	3636	55	65	2110	18	20	649	24	24	779	308
51	54	1731	84	99	3173	0	0	0	19	21	673	312
41	50	1760	25	31	1091	13	16	563	49	54	1901	284
32	42	1834	32	50	2183	20	26	1135	20	35	1528	229
10	11	472	9	11	472	2	3	129	25	43	1845	233
55	83	2964	32	64	2286	0	0	0	26	36	1286	280
74	167	5943	52	138	4913	1	2	71	11	11	391	281
613	919	33006	476	712	25113	142	189	6942	248	328	12051	3299

§. 37. Hat man sich nun seine anemometrische Tabelle auf diese Art vorbereitet, so kann mit Hülfe der Formel §. 23. für jedes Monat die mittlere Richtung und Stärke des herrschenden Windes durch eine leichte Operation gefunden werden, denn da im allgemeinen Tang ϕ =

$$\frac{O - W + (NO + SO - SW - NW) \sin 45^\circ}{N - S + (NO + NW - SO - SW) \cos 45^\circ}$$

so erhält man für den Monat Jäner nach §. 36.

$$\frac{3875 - 1042\ (750 + 1542 - 4083 - 917)\ 0,7071}{958 - 125\ (750 + 917 - 1542 - 4083)\ 0,7071}$$

$$= \frac{+2833 - 1915}{+833 - 2799} = \frac{+918}{-1966} = -0,4670 = \text{Tang } 25^\circ\ 2'$$

im zweyten Quadranten nach §. 13., das ist nächstens SSO. Die mittlere Kraft ist $\sqrt{(918)^2 + (1966)^2} = 2170$

§. 38. Auf diese Art habe ich für jedes Monat die mittlere Richtung und Kraft für 1792 berechnet, wie folgt:

Des herrschenden Windes mittlere Richtung		Mittlere Kraft.
Jäner	25° 2′ von S gegen O, = SSO	2170
Hornung	0° 2′ von West gegen Nord = W	6408
März	43° 5′ von S gegen W = SW	1904
April	35° 8′ von S nach W, nächstens = SW$\frac{1}{4}$S	1337
May	51° 52′ von Nord nach W = NW$\frac{1}{8}$W	5060
Juny	5° 26′ von W nach N = W$\frac{1}{8}$NW	4610
July	6° 27′ von W nach S = W$\frac{1}{8}$SW	3066
August	20° 32′ von W nach S = WSW	1532
September	10° 58′, von W nach S = W $\frac{1}{4}$ SW	4981
October	16° 56 von O nach S = O$\frac{3}{8}$SO	6700
November	4° 13′ von W — S = W$\frac{1}{8}$SW	1506
December	2° 6′ von W — N = W$\frac{1}{10}$NW	5977

§. 39. Was diese Tabelle in Zahlen enthält, zeigt Fig. 12. Tab. II. in Linien, und bedarf also keiner Erklärung.

§. 40. Wer nach obiger Methode die Winde zu berechnen nicht Lust hat, für den giebt es noch einen andern Weg, welcher auf eben die Resultate führt. Zum Beyspiel dienen die Winde vom Jäner §. 36. Dort ist nach §§. 6 f; 14.

3875 O — 1042 W = 2833 O
958 N — 125 S = 833 N
4083 SW — 750 NO = 3333 SW
1542 SO — 917 NW = 625 SO

Wenn man also die kleinern Angaben von den größern gerade entgegengesetzten Winden abzieht, so werden die acht Winde allzeit auf vier zurückgebracht, und nun könnte die Formel §. 23. dienen. Oder man verfahre, wie folgt:

§. 41. Ferner ist SW eine aus S und W zu gleichen Theilen zusammengesetzte Kraft, so wie SO aus S und O besteht.

Daher ist (nach §. 6, d) $\sqrt{\frac{(3333)^2}{2}} = 2357\ S + 2357\ W$

$$\sqrt{\frac{(625)^2}{2}} = 442\ S + 442\ O$$

Setzet man diese Winde zu denen bereits §. 40 vorhandenen gleichnamigen, so erhält man

3275 O — 2357 W = 918 Ost
2799 S — 833 N = 1966 Süd

§. 42. Da nun die acht Winde auf zwey, als 918 O, und 1966 S sind reducirt worden, so ergiebt sich die mittlere Kraft und Richtung (§. 6.)

$$\text{Tang } \phi = \frac{918 \text{ O}}{1966 \text{ S}} = 0,4670 = \text{Tang } 25^\circ \, 2'$$

von S nach O, also nächstens SSO.

die mittlere Kraft, $= \sqrt{(918)^2 + 1966)^2} = 2170$

§. 42. Da man bey den Tangenten leichter der Gefahr zu irren ausgesetzt ist, welches bey so langen, unangenehmen Rechnungen ohnehin sehr leicht der Fall ist, so suche man nach dem vorhergehenden Paragraph erst die mittlere Kraft, dann ist in unserm Falle nach Fig. 3.

$$\text{CB} : \text{BE} = \sin \text{tot.} : \sin \text{BCE}$$
$$2170 : 918 = 1 : \sin \text{BCE} = 0,4240,$$

welcher Sinus zum Winkel von 25° 5′ gehört, das der obigen Angabe sehr nahe kömmt; der Unterschied von 3′ giebt bey der Richtung der Winde keinen Ausschlag.

§. 43. Um endlich ohne Rechnung eine leichte Uebersicht der Winde eines Monates zu erhalten, entwerfe man sie, wie Tab. I. Fig. 10. vom Jäner, und Fig. 11. vom Hornung 1792 geschehen, nach Angabe der anemometrischen Tafel §. 36. Bey Betrachtung der Fig. 10. fällt gleich in die Augen, daß die Winde O und SW in diesem Monate ohne Vergleich die stärksten waren; daher die mittlere Richtung ungefähr auf SSO fallen muß, wie sie dann wirklich nur 2° 32′ (§. 38.) davon entfernet ist. Eben so ist

Fig.

Fig. 11. der herrschende Wind vorzüglich W, wozu die zween beynahe gleich starken Seitenwinde S W und N W vieles beytragen; die übrigen hoben sich theils gegenseitig, theils in den ersten drey Winden auf, und so muß die mittlere Richtung des Windes im Hornung auf W treffen, welches auch §. 38. der Fall ist.

Will man nach der sechsten Aufgabe §. 14. verfahren, so kann man die mittlere Richtung und Stärke des Windes durch eine leichte Construction ohne alle Rechnung erhalten, besonders wenn man bey Verzeichnung der Fig. 10, 11 u. s. w. einen etwas großen Maaßstab wählet.

§. 44. Was nun die Anwendung und den Nutzen dieser Methode in der Meteorologie betrift, so ist hier der Ort nicht, umständlich davon zu handeln, da es meine Absicht blos war, die Methode selbst zu erklären. Die Verzeichnungen Tab. II. reden von sich selbst, und geben dem Sachkündigen beym ersten Anblicke zu hundert Folgerungen Anlaß, auf die man durch die bloßen Zahlen der Tabellen §. 36, 38, nicht sogleich verfallen würde. Die Unterstützung unserer Denkungskraft durch sinnliche Vorstellungen, die Bequemlichkeit der Uebersicht des Ganzen, die Leichtigkeit eine lange Reihe von Jahren sogleich mit einander vergleichen zu können, das Auffallende an der Aehnlichkeit oder Nichtähnlichkeit mehrerer Jahrgänge, u. dergl. m. giebt dieser Methode vor jeder andern den Vorzug.

Vergleicht man nun diese Resultate mit jenen des Hygrometers, Thermometers und der Witterung, so wächst der Nutzen, so wie die Anzahl der Folgerungen.

Unterwirft man endlich die vieljährigen Beobachtungen eines ganzen Landes dieser Prüfung, so muß es zuletzt in der Meteorologie, noch mehr aber in der physischen Geographie Licht werden; denn nur auf diesem Wege kann man, meines Erachtens, in der so verwickelten Theorie der Winde zu geltenden Resultaten gelangen.

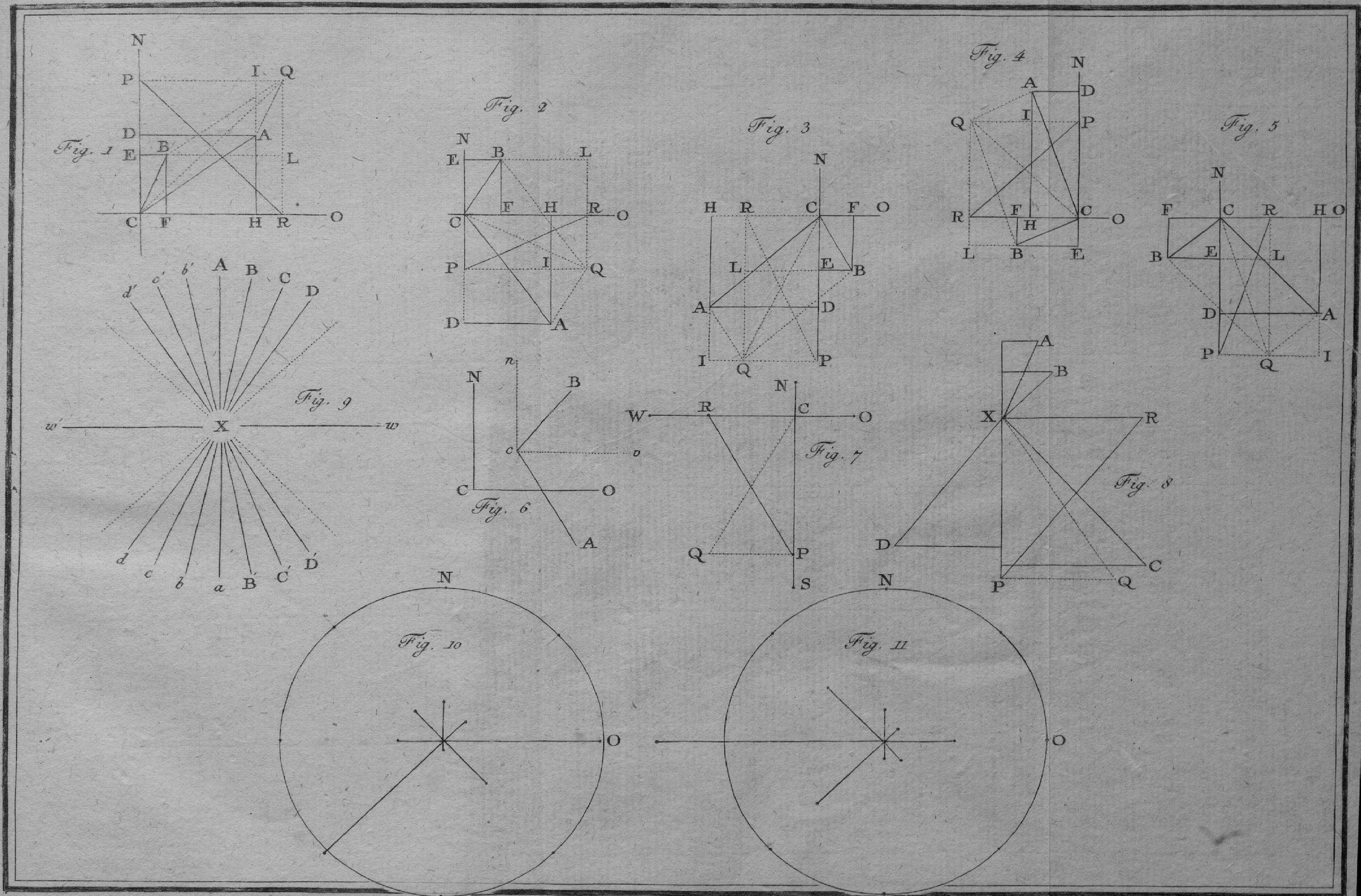
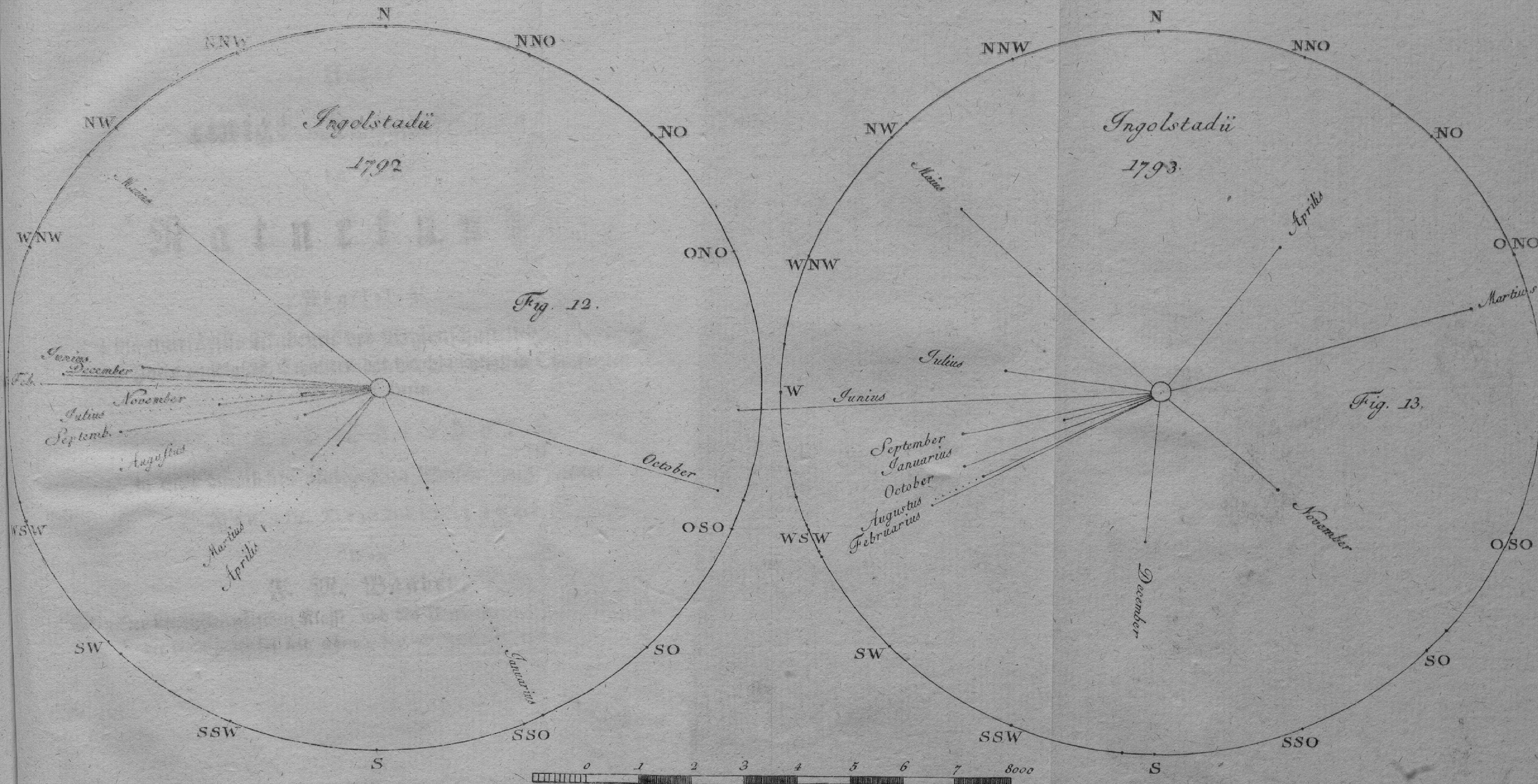


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11


Ingolstadü
1792
Fig. 12.
N
NNO
NO
ONO
OSO
SO
SSO
S
SSW
SW
WSW
WNW
NW
Maius
Iunius
December
Feb.
November
Iulius
Septemb.
Augustus
Martius
Aprilis
Januarius
October
Ingolstadü
1793.
Fig. 13.
N
NNO
NO
ONO
Martius
OSO
SO
SSO
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NNW
NW
Maius
Aprilis
Julius
Junius
September
Januarius
October
Augustus
Februarius
November
December
0
1
2
3
4
5
6
7
8000

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften - Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1797

Band/Volume: 7-1797

Autor(en)/Author(s): Heinrich Placidus Joseph

Artikel/Article: Abhandlung über die mittlere Kraft und Richtung der Winde 273-308