

einer allmöglichen Hebung, — und dagegen der Südwesten Grönlands, die Ostküste der vereinigten Staaten, Patagoniens und Neuhollands, die Westküste Neuseelands, die Nordküste Deutschlands, Jütlands, der Niederlande und Frankreichs Merkmale eines allmöglichen Landverlustes wahrnehmen lassen. Es liegt nahe, die säcularen Aenderungen der magnetischen Pole und der Declination als Wirkungen dieser Schwankungen der festen Erdrinde anzusehen.

Halberstadt, den 3. November 1870.

V. Uebt der Mond einen nachweisbaren Einfluss auf meteorologische Erscheinungen?

Von Heinrich Streintz in Graz.

I. Möglichkeit des Einflusses und Versuche denselben nachzuweisen.

Seit den ältesten Zeiten wird dem Monde vom Volksglauben eine wichtige Rolle in der Prophezeiung der Witterung zugewiesen. Dieser Glaube kann seinen Grund haben entweder in der Erfahrung, dafs wirklich ein Einfluss desselben vorhanden ist, oder er kann auch dem Gebiete des physikalischen Aberglaubens angehören, den das Volk in dem allgemein menschlichen Bestreben des Erkennens anstatt der nicht zu erreichenden richtigen Vorstellungen festhält. Welche von beiden Ansichten nun die richtige sey, hat die Wissenschaft zu entscheiden.

Diese Aufgabe wurde von den Meteorologen schon lange erkannt und es liefse sich hier eine ziemliche Anzahl von Namen aufführen, die alle mit der Geschichte jener Frage zusammenhängen.

Vom Standpunkte der Theorie kann man sich auf mehrfache Weise die Existenz eines Einflusses erklären:

Bekanntlich ist die Anziehung von Erde und Mond die Ursache von Ebbe und Fluth im Meere. Sowie diese Flüssigkeit von jener wechselseitigen Anziehung afficirt wird, so muß es auch die noch viel beweglichere Luft werden, und schon Laplace hat die Existenz einer atmosphärischen Ebbe und Fluth theoretisch nachgewiesen. Die Intensität der auf diesem Wege erzeugten Schwankungen im atmosphärischen Gleichgewichte lassen sich entweder aus der mittleren Fluth im Meere oder genauer aus der Mehrbeschleunigung berechnen, die ein Punkt der Atmosphäre gegenüber dem Mittelpunkte der Erde vom Monde erfährt.

Beide Methoden liefern übereinstimmende Resultate, welche zeigen, daß die Schwankungen so außerordentlich klein sind, daß dieselben durch unsere Instrumente nicht gefunden werden können.

Es wäre jedoch möglich, daß diese Druckdifferenzen, obgleich so gering, dennoch die Ursache von Modificationen in den Luftströmungen würden, und so durch ein Befördern oder Zurückhalten der Passatwinde, indirect durch die hierdurch vermehrte oder verminderte Feuchtigkeitszufuhr, auf das Barometer wirkten. Dieser Ansicht stimmt auch Eisenlohr in seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand bei. Handelt es sich darum, empirisch den supponirten Einfluß festzustellen, so muß man bedenken, daß die täglichen Schwankungen von Ebbe und Fluth auf die Witterung keinen Einfluß üben können, hingegen die periodischen Schwankungen in der Intensität von Ebbe und Fluth, welche wir mit dem Namen Spring- und Nippfluth bezeichnen, und welche von der Stellung des Mondes zur Sonne abhängen. Also nur innerhalb des synodischen Mondmonats hat man Schwankungen in den meteorologischen Phänomenen zu suchen.

Endlich wäre noch eine dritte Art der Einwirkung denkbar.

Der Mond empfängt von der Sonne Wärme, und theilt uns auf zweierlei Weise einen Theil derselben mit.

Er wirkt erstlich gleichsam als Spiegel und reflectirt uns Sonnenstrahlen, die wir als Mondlicht empfangen.

Die Wärmestrahlen, welche solche Lichtstrahlen mitführen, haben die Eigenschaft, von der Atmosphäre und den Wasserdämpfen nur in sehr geringem Maasse absorbirt zu werden, gelangen daher bis zur Erdoberfläche und können hier gemessen werden. Es zeigt sich hierbei, daß die auf solche Weise vom Monde erhaltene Wärme sehr gering ist. Anders verhalten sich aber die dunklen Strahlen. Der Mond ist nämlich 14 Tage lang der Einwirkung der Sonne unaufhörlich ausgesetzt, wird dadurch selbst erwärmt werden und kann in Form von dunkler Strahlung uns Wärme zusenden, welche Wärmestrahlen die Eigenschaft haben, von der atmosphärischen Luft und den Wasserdämpfen fast vollständig absorbirt zu werden. Diese Wärmemenge kann daher von uns nicht gemessen werden, kann aber durch Latentwerden möglicher Weise dünne Wolkenschichten auflösen und so die Ursache meteorologischer Veränderungen werden. Solche Veränderungen werden aber auch von den Mondesphasen abhängen, daher die Annahme gerechtfertigt erscheint, solche vom Monde verursachte Erscheinungen müßten sich für jeden synodischen Mondumlauf wiederholen. Ob aber diese qualitativ jedenfalls vorhandenen Einflüsse auch quantitativ ausreichend seyen, um eine meteorologisch bestimmbare Wirkung zu üben, ist der Gegenstand der folgenden Untersuchung.

Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts haben sich einzelne Meteorologen mit diesem Gegenstande beschäftigt; die erste wissenschaftliche Arbeit findet sich jedoch erst bei Laplace, in Folge deren Bouvard den empirischen Nachweis aus Pariser Beobachtungen zu führen suchte.

In späterer Zeit waren es besonders Flaugergues in Viviers und G. Schübler, welche den Gegenstand genauer behandelten, weshalb die Resultate dieser beiden Beobachter in Kurzem hier angegeben werden sollen.

Flaugergues, dessen Untersuchungen in Pogg. Ann. Bd. XII S. 308 abgedruckt sind, stellte durch eine Reihe von 20 Jahren täglich zur Zeit des wahren Mittags Barometerbeobachtungen an, suchte die Mittel aus den Beobachtungen, welche auf die einzelnen Octanten fielen, und fand hierdurch den Maximalbestand im II. Quadranten und den Minimalstand im II. Octanten. Folgende Tabelle giebt einen Auszug aus seinen Angaben:

Tag	Barometer Mittel	Zahl der Beobachtungen
Tag vor dem II. Octanten	755 ^{mm} ,01	248
Tag des II. Octanten	754 ,79	247
Tag nach dem II. Octanten	754 ,85	247
Tag vor dem II. Quadranten	756 ,19	246
Tag des II. Quadranten	756 ,23	246
Tag nach dem II. Quadranten	755 ,87	247
Mittel aus allen Beobachtungen	755 ,46	7281

In seiner Abhandlung ist auch die Anzahl der Regentage in den einzelnen Quadranten angegeben, welche natürlich gerade das verkehrte Wachsthum zeigen. Da jedoch zu dieser Tabelle zu wenig Beobachtungen benutzt wurden, so will ich mich in Betreff der Regentage auf Schübler's Beobachtungen beschränken.

Die Untersuchungen G. Schübler's (1830 erschienen) umfassen einen Zeitraum von 28 Jahren, behandeln jedoch nicht die Barometerstände, sondern nur die Verhältnisse von Regen und Wind. Schübler fasste immer drei Tage zusammen, den Tag vor einem Octanten, den Tag selbst, und den darauf folgenden Tag, wodurch fast sämtliche Tage des synodischen Mondmonats in Rechnung kommen. Er betrachtete jeden Tag als Regentag, an welchem wenigstens 0,02 par. Lin. meteorologischer Niederschlag gefallen war, und bestimmte, wie viel solcher Tage während dieser 28 Jahre auf jenes Triduum eines einzelnen Octanten fielen.

Die Aufzeichnungen, die er hierzu benutzte, waren 16jährige Beobachtungen des Domcapitular Stark in Augs-

burg (1813 — 1828), 4 jährige von seinem Bruder in Stuttgart und 8 jährige (1781 — 1788) zu München angestellte.

In der folgenden Tabelle ist die Anzahl der Regentage angegeben, wie sie an den drei jedem Octanten zunächst liegenden Tagen während der 28 Jahre vorkamen; es ist also z. B. unter Vollmond verstanden der Tag vor dem Vollmond, der Tag selbst und der darauf folgende Tag.

Neum.	I. Oct.	I. Quadr.	II. Oct.	Vollm.	III. Oct.	II. Quadr.	IV. Oct.
429	426	447	482	483	458	406	396

Man ersieht aus der Tabelle, daß das Maximum der Niederschläge zwischen den II. Quadranten und Vollmond fällt, das Minimum auf den II. Octanten, was so ziemlich mit den Resultaten von Flaugergues übereinstimmt, indem beide nur ein hervorragendes Maximum und Minimum gefunden haben, und diese beiden Extreme bei beiden nahezu auf dieselben Octanten fallen.

Auch bei den Winden findet Schübler, daß das Maximum der SW.-Winde auf den II. Octanten, das Maximum der NO.-Winde auf den II. Quadranten fiel, wie es nach der vorigen Tabelle voranzusetzen ist.

Außer Flaugergues und Schübler beschäftigte sich noch viel mit diesem Gegenstande Prof. Eisenlohr, der zu seinen ersten Untersuchungen Beobachtungen von Carlsruhe benutzte, jedoch keinen Einfluß finden konnte. Später benutzte in einer Inauguraldissertation Hr. F. Baumann dieselben Beobachtungen, brachte dabei Schübler's Methode in Anwendung und es schien, als zeigte sich auch eine Abhängigkeit der Witterung von den Mondphasen.

Prof. Eisenlohr war anfänglich durch diese Resultate überrascht, meinte jedoch später, daß die aufgewiesenen Schwankungen zu gering seyen, um darin einen Einfluß des Mondes erblicken zu können. Derselbe griff den Gegenstand trotzdem selbst wieder auf und benutzte hierzu

Pariser Beobachtungen, aus welchen er einen Einfluß nachgewiesen zu haben dachte.

Kleinere Arbeiten über denselben Gegenstand wurden seither noch verschiedene angestellt, ohne dafs man jedoch um einen Schritt vorwärts kam; einige meinten einen Einfluß gefunden zu haben, andere stellten denselben in Abrede. Eins mangelt jedoch bei allen: die mathematische Kritik der Beobachtungen¹⁾.

II. Die Beobachtungen der Greenwicher Sternwarte.

Alle bisher angegebenen Untersuchungen leiden entweder an zu geringer Genauigkeit der benutzten Quellen oder an Unvollständigkeit der Behandlung. Es schien daher nothwendig, die jetzt vorhandenen genauesten Beobachtungen auf ähnliche Weise zu verarbeiten, und als solche boten sich die „*Greenwich meteorological and magnetical observations*“ dar, welche von den Jahren 1841—1847 in eigenen Bänden erschienen sind, von 1848—1867 vereint mit den „*Astronomical observations*“.

Von diesen benutzte ich die barometrischen Ablesungen, die Angaben des Regennessers, die Windrichtungen und Windstärken.

Die barometrischen Aufzeichnungen sind zu einer derartigen Untersuchung, wie sie hier zu machen war, erst vom Jahre 1848 an zu verwenden, da vorher an Sonn- und Feiertagen keine Beobachtungen angestellt wurden und deshalb störende Lücken auftreten. Es bleiben also nur die Jahre 1848—1867, 20 Jahre, welche ausreichen, um über die Resultate etwas aussagen zu können. Angegeben sind die Mittelwerthe der einzelnen Tage, welche

1) Eine aus neuerer Zeit stammende Schrift von L. Witte konnte ich nicht erlangen, indem mir von der Münchener Universitätsbuchhandlung bedeutet wurde, dafs der Verleger dieser Schrift verloren gegangen sey. Dieselbe scheint jedoch auch keine Aenderung im Stande der Dinge gebracht zu haben, da in später erschienenen meteorologischen Compendien hiervon nichts erwähnt ist.

dadurch erhalten wurden, daß alle 2 Stunden beobachtet wurde und aus diesen 12 Werthen das arithmetische Mittel genommen wurde. Das Maafs, in denen sich die Barometerstände angegeben finden, sind englische Zolle und sind genau bis auf 0,001.

Ich bediente mich auch der Methode des dreitägigen Mittels und in der folgenden Tabelle sind die Mittel aus den Barometerständen angegeben, wie sie sich an den jedem Octanten zugehörigen drei Tagen während der 20 Jahre aufgezeichnet fanden. Jede Zahl ist auf diese Weise das Mittel aus 739 bis 742 Tagen, wofür die runde Zahl 740 gewonnen werden kann. In der zweiten Zeile sind die Differenzen vom allgemeinen Mittel aus 5920 Tagen angegeben, welches 29,784341 engl. Zoll ist.

Neumond	I. Oct.	I. Quadr.	II. Oct.
29,76869	29,78376	29,80236	29,78551
— 0,01565	— 0,00058	+ 0,01802	+ 0,00117
Vollmond	III. Oct.	II. Quadr.	IV. Oct.
29,76899	29,76424	29,78557	29,81411
— 0,01535	— 0,02010	+ 0,00123	+ 0,02977

Wie man aus dem Zeichenwechsel sieht, scheinen die Schwankungen ganz regelmässig zu seyn, sind jedoch durchaus in keiner Uebereinstimmung mit den Resultaten von Flaugergues und Schübler, und aus den Berechnungen im nächsten Abschnitte wird sich ergeben, daß diesen Schwankungen gar kein Werth beizulegen ist.

Die Regenmengen finden sich, da es hierzu nur einer Ablesung des Abends bedurfte, schon seit dem Jahre 1842 angegeben und zwar auch in englischen Zollen genau bis auf 0,01 Zoll. Ich beobachtete dasselbe Verfahren mit dem dreitägigen Mittel, nur geben die Zahlen in der Tabelle nicht das Tagesmittel für die einzelnen Octanten an, sondern das Jahresmittel, also diejenige Regenmenge,

wie sie innerhalb eines Jahres während aller zu einem Octanten gehörigen Tridua vorgekommen wäre, wenn jährlich gleich viel Regen gefallen wäre.

Die mittlere Regenmenge eines Jahres während eines *ganzen* Mondumlaufes, also die Summe der 8 angegebenen Zahlen, ist 18,37 engl. Zoll. Diese Zahl durch 8 dividirt, giebt dann den mittleren Werth für die 8 in der Tabelle stehenden Zahlen. Dieses Mittel ist 2,296 und von diesem Mittel stehen in der zweiten Zeile die Differenzen.

Neumond	I. Oct.	I. Quadr.	II. Oct.
2,297	2,294	2,307	2,361
+ 0,001	— 0,002	+ 0,011	+ 0,065
Vollmond	III. Oct.	II. Quadr.	IV. Oct.
2,237	2,370	2,230	2,214
— 0,059	+ 0,074	— 0,066	— 0,082

Diese Art, die Menge des meteorologischen Niederschlages zu zählen, und nicht blofs die Regentage, ist jedenfalls viel genauer; um jedoch wegen des später folgenden Vergleiches zwischen den Resultaten Schübler's und diesen eine bessere Uebersicht zu haben, habe ich auch die Regentage selbst ganz in der Weise Schübler's abgezählt, und zwar jeden Tag als Regentag genommen, an welchem sich ein Niederschlag aufgezeichnet fand. Die Zahlen geben also die Anzahl der Regentage an, welche unter den 962 Tagen, die in den 26 Jahren jedem Octanten zugehören, vorkamen.

Neum.	I. Oct.	I. Quadr.	II. Oct.	Vollm.	III. Oct.	II. Quadr.	IV. Oct.
385	369	351	380	356	416	369	393

Beide Tabellen zeigen übereinstimmend, dafs im III. Octanten am meisten Regen fiel und im I. Quadranten am wenigsten, was wieder im geraden Widerspruche mit

den Resultaten Flaugergues's und Schübler's steht, auch ist weder eine Symmetrie noch eine Regelmäßigkeit zu erkennen.

Während bei den Barometerständen und Regenmengen die Behandlung der Angaben unzweideutig bestimmt war, so mußte bei den Winden erst irgend eine Weise eronnen werden, wie die verschiedenen Richtungen und Stärken zu combiniren seyen. Um die Rechnung möglichst einfach und die Resultate möglichst übersichtlich zu machen, schlug ich folgenden Weg ein. Ich berücksichtigte nur die Winde, welche einer der beiden Passatrichtungen angehörten, die dann unter dem Titel NO. und SW. zusammengefaßt wurden. War z. B. durch mehrere Tage SW. angegeben, dann etwa durch zwei Tage W. und hierauf abermals SW., so konnte kein Zweifel seyn, daß dies nur eine Pendulation des SW.-Passates war; ebenso wenn derselbe von SW. nach S. auswich und wieder nach SW. zurückkehrte. Nie nahm ich jedoch einen Wind als Passat auf, der nicht in die normale Passatrichtung zurückkehrte. Es zeigte sich, daß durch das angegebene Verfahren fast sämtliche Winde untergebracht wurden, und daß fast stets eine westliche oder südliche, andererseits eine östliche oder nördliche Richtung als eine Pendulation des Polar- oder Aequatorialstromes angesehen werden konnte. Nur ausnahmsweise erfolgte ein Uebergang eines NO.-Windes durch SO. nach SW., und war dies der Fall, so war die Windstärke so gering, daß sie auf die Summe keinen wesentlichen Einfluß hätte üben können. Heftige Winde kamen nur in einer der beiden Passatrichtungen vor, und bogen sie aus, so kehrten sie stets wieder in dieselbe zurück. Der Uebergang eines Polarstromes in den Aequatorialstrom oder umgekehrt war fast stets durch eine Calme vermittelt.

In den *Greenwich observations* ist die Windstärke ursprünglich durch Schätzung angegeben, während das zu jener Zeit angewandte Anemometer nur bei Stürmen die Stärke anzeigte. Ich hätte diese Angaben nach Schätzung

benutzt, da sie schon 1842 beginnen, und nach den Wolkenzügen, nach der Richtung ausströmenden Rauches und dergleichen angestellt sind, daher die Windrichtung und Stärke von Luftschichten angeben, welche weniger durch locale Einflüsse beherrscht werden; allein diese Angaben brechen mit dem Jahre 1848 ab und werden ersetzt durch Beobachtungen an Whewell's Anemometer. Da auch die Angaben nach diesem Instrumente im Jahre 1859 aufhören und an dem jetzt allgemein eingeführten Anemometer von Robinson fortgesetzt werden, so blieben nur die Angaben des Anemometers von Osler, die von 1848 bis 1867 vollständig vorhanden waren. Nach diesem sind also die folgenden Tabellen gebildet, und ist als Einheit der Druck von 1 engl. Pfund auf 1 engl. Quadratfuß angenommen.

Die in den Tabellen aufgeführten Zahlen geben das Tagesmittel an, in gleicher Weise wie bei den barometrischen Beobachtungen. Es wurde ferner für jeden Octanten wieder das Triduum genommen, weshalb bei dem Zeitraum von 20 Jahren jede Zahl ein Mittel aus 740 Beobachtungen ist, wenn man das Tagesmittel als eine Beobachtung auf faßt. In der zweiten und vierten Zeile stehen ganz wie vorher die Differenzen vom Mittel aus allen Beobachtungen, welches bei den NO.-Winden 0,325 Pfund, bei den SW.-Winden 0,058 Pfund ist.

Neumond	I. Oct.	I. Quadr.	II. Oct.
0,340	0,289	0,351	0,329
+ 0,015	— 0,036	+ 0,026	+ 0,004
0,054	0,064	0,048	0,050
— 0,004	+ 0,006	— 0,010	— 0,008
Vollmond	III. Oct.	II. Quadr.	IV. Oct.
0,288	0,336	0,342	0,324
— 0,037	+ 0,011	+ 0,017	— 0,001
0,065	0,054	0,067	0,066
+ 0,007	— 0,004	+ 0,009	— 0,008

Die Zahlen zeigen weiter keine Regelmäßigkeit, als daß eine positive Abweichung der SW.-Winde mit Ausnahme des II. Quadranten mit einer negativen der NO.-Winde zusammenfällt.

Die zur Tabelle verwendeten Beobachtungen sind wieder möglichst genau, indem sie nicht nur die Richtung des Windes, sondern auch dessen Stärke und zwar genau bis auf 0,01 Pfund angeben.

III. Kritik der Resultate nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Durch die meteorologischen Beobachtungen erhalten wir Zahlen, welche für uns zum größten Theile als zufällige erscheinen, d. h. wir wissen den Grund der Schwankungen nicht anzugeben.

Durch Bildung des arithmetischen Mittels erhalten wir nur Zahlen, welche keine so großen Differenzen mehr zeigen, als die ursprünglich durch die Beobachtung gegebenen; es werden zugleich hierdurch noch jene Einflüsse, die wir als bestimmte erkennen, eliminirt werden können, wenn die Summation in geeigneter Weise geschieht. So z. B. würden Schwankungen des Thermometers zwischen Winter und Sommer nicht mehr zu erkennen seyn, wenn man nach dem Datum der Monate summiren würde. Ebenso kann in den Mittelwerthen, welche für die einzelnen Octanten gebildet wurden, kein anderer Einfluß mehr vorkommen, als der des Mondes.

Man sieht allsogleich, daß hier derselbe Fall ist, als wäre mit einem Instrumente eine constante GröÙe wiederholt gemessen worden, die Messungen aber mit Fehlern behaftet, die eben so gut negativ wie positiv seyn können. Im ersteren Fall ist die zu messende GröÙe Schwankungen unterworfen und die Messungen selbst aber als absolut genau anzusehen, im zweiten Fall ist die zu messende GröÙe constant, die Messungen aber durch zufällige Fehler entstellt. Sowie nun die Methode der kleinsten Quadrate ein Mittel giebt, um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen,

welche für eine bestimmte Abweichung vom richtigen Werthe stattfindet, so kann man auch bei meteorologischen Mittelwerthen die Wahrscheinlichkeit bestimmen, welche für eine bestimmte Abweichung vom allgemeinen Mittel besteht. Es lassen sich bekanntlich für solche partiellen Mittelwerthe zwei Gränzen angeben, innerhalb welcher ebenso viele von ihnen umschlossen liegen werden, als außerhalb liegen, nämlich die Gränzen des wahrscheinlichen Fehlers. Ferner läßt sich für eine bestimmte Abweichung solch eines partiellen Mittelwerthes vom allgemeinen Mittel die Wahrscheinlichkeit angeben, die *a priori* für das Zustandekommen dieser Abweichung bestanden hat, wenn die Schwankungen der ursprünglichen Beobachtungen rein zufällige wären, d. h. ebenso gut positiv wie negativ seyn konnten. Ergiebt sich z. B. der Werth der Wahrscheinlichkeit, welche dafür besteht, daß eine bestimmte Abweichung rein zufällig sey $\frac{1}{1000}$, so wird man dann umgekehrt 1000 : 1 wetten können, daß die Abweichung nicht durch bloßen Zufall zu Stande gekommen sey, sondern daß hier ein bestimmtes Gesetz obwalte.

Sind die Summanden alle von gleicher Gröfse, wie dieß bei den Untersuchungen Schübler's der Fall ist, wo nur Regentage, nicht aber zugleich die Regenmengen berücksichtigt sind, so wird die Rechnung viel einfacher.

Den Anhaltspunkt der ganzen Berechnung giebt bekanntlich die Tabelle für die Werthe des Integrales

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{ah} x e^{-x^2} dx,$$

wobei die Gröfse h eine von der Art und Weise der Beobachtung abhängende Gröfse ist. Bei meteorologischen Beobachtungen ist es eine von der betreffenden Erscheinung und dem Klima des Beobachtungsortes abhängende Gröfse. Der Werth von h ist durch die Gleichung gegeben:

$$\sqrt{\frac{n}{2 \sum v^2}}$$

wobei n die Anzahl der Beobachtungen, v die Abweichung einer Beobachtung vom wahren Werthe ist. In dem vorliegenden Falle kann jedoch h nicht absolut genau gefunden werden, sondern nur dessen wahrscheinlichster Werth.

Den wahrscheinlichen Fehler r , dessen Bedeutung schon früher angegeben wurde, erhält man nach der Gleichung

$$r = \frac{\rho}{h},$$

wobei

$$\rho = 0,47694$$

derjenige Werth von ah ist, bei welchem das Integral den Werth $\frac{1}{2}$ hat.

Mit diesen Hülfsmitteln wird sich erkennen lassen, ob die Schwankungen, welche die Mittel der einzelnen Octanten zeigen, als zufällige zu betrachten sind, oder ob ein bestimmter innerer Grund dafür bestehen muß.

Es könnte das Bedenken auftreten, daß man es z. B. bei Barometerbeobachtungen nicht mit Summanden zu thun habe, die unabhängig von einander gleichwohl positiv wie negativ seyn können, da die Erfahrung lehrt, daß Barometerstände von aufeinander folgenden Tagen gewöhnlich weniger verschieden sind, als solche von zeitlich entfernt liegenden Tagen, und daher die Gröfse h falsch bestimmt würde. Einem solchen Fehler in der Bestimmung wurde dadurch vorgebeugt, daß die Gröfsen v berechnet wurden aus den Mittelwerthen der Octanten für die einzelnen Jahre, so daß dann diese Mittelwerthe als einzelne Beobachtung aufgefaßt wurden, und auf diese das Gewicht der weiteren Mittel bezogen wurde; das h darf also streng genommen nicht herabsteigend zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einer einzelnen Beobachtung, sondern nur für solche Mittelwerthe benutzt werden, welche hinaufsteigend aus diesem als einzelne Beobachtung angenommene Mittel gebildet sind. Solche hier als einzelne Beobachtung angenommene Mittel sind für zwanzig Jahre $8 \cdot 20 = 160$. Von diesen wurden wieder nach einer bestimmten Folge je 8 zusammen genommen, wodurch

20 Zahlen erhalten wurden, für welche v bestimmt wurde, hieraus v^2 und Σv^2 . Das hierdurch erhaltene h gilt für die Mittel aus 296 Beobachtungen, und muß, um für Mittel aus 740 Beobachtungen zu gelten, noch mit $\sqrt{\frac{740}{296}}$ multiplirt werden.

Auf diese Weise erhielt ich für die Barometerbeobachtungen

$$h = 26,810,$$

woraus

$$r = 0,01778$$

und die Gränzen des wahrscheinlichen Fehlers

$$29,80212$$

$$29,76656$$

sich ergeben.

Man sieht, daß von den 8 Werthen, die ich für die 8 einzelnen Octanten gefunden habe, 5 innerhalb dieser Gränzen liegen, und 3 außerhalb, jedoch keine der Schwankungen vom allgemeinen Mittel das Doppelte des wahrscheinlichen Fehlers r beträgt. Dieselben sind also von einer Größe, als wären die Beobachtungen alle durch das Spiel des Zufalls in solcher Weise zusammengestellt worden.

Rechnet man den wahrscheinlichen Fehler nach der von Enke gegebenen Formel

$$r = 0,6745 \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

und nimmt man hierzu nur die 8 in der Tabelle vorhandenen Werthe, so erhält man denselben etwas kleiner, nämlich

$$r = 0,01181.$$

Es bietet sich hier gleich die Gelegenheit, auch die Resultate von Flaugergues der gleichen Prüfung zu unterwerfen.

Die größte Schwankung, welche bei den aus den Greenwicher Beobachtungen gefundenen Zahlen sich findet,

also der Unterschied des größten und kleinsten der 8 angegebenen Werthe ist, wie man aus der Tabelle entnimmt, 0,0499 engl. Zoll. Wie man ferner aus der von Flaugergues angegebenen Tabelle sieht, läßt sich das Triduum für den II. Octanten, wo das Minimum der Barometerstände, und für den II. Quadranten, wo das Maximum stattfindet, bilden, so daß die beiden hierdurch erhaltenen extremen Werthe, da sie auch Mittel aus 740 Beobachtungen sind, unmittelbar mit den von mir angegebenen verglichen werden können.

Die beiden Mittelwerthe aus den drei aneinander gränzenden Tagen sind $754^{\text{mm}},88 = 29,7202$ engl. Zoll und $756^{\text{mm}},10 = 29,7683$ engl. Zoll; die Differenz beider ist 0,048 engl. Zoll und stimmt mit der aus den Greenwicher Beobachtungen gefundenen in überraschender Weise überein. Man erkennt hieraus, daß die Greenwicher Beobachtungen eine nahezu gleich große Differenz ergeben, wie die von Flaugergues angestellten, daß aber Maxima und Minima in gänzlich verschiedener Weise auf einander folgen, und daß diese Schwankungen so wie jene nicht größer sind, als es die Rechnung für den wahrscheinlichen Fehler aus 740 Beobachtungen ergibt. Hätte Flaugergues seine Resultate nach der Methode der kleinsten Quadrate geprüft, so wäre seine Abhandlung nicht ein Beweis *pro*, sondern *contra* gewesen.

Auf gleiche Weise ließen sich auch die durch Zusammenstellung der Regenmengen erhaltenen Resultate prüfen; da aber Schübler nur die Regentage, nicht aber die Menge gefallenen Wassers berücksichtigte, so wird es genügen, die nach Schübler's Vorgang gefundenen Zahlen zu prüfen, um den gewünschten Vergleich zu haben.

Hat man eine Reihe von Summanden von gleicher Größe, so ist $h = \frac{1}{\sqrt{N}}$, $a = \frac{A-B}{2}$, wenn man setzt:

Anzahl der Fälle, die überhaupt in Betracht kommen,
 $= 2N,$

davon fallen der ersten Kategorie zu A Fälle, der zweiten B Fälle.

Ist $A > B$, so setzt man $A - B = 2a$, und $2a$ ist also das Uebergewicht der Fälle A über die Fälle B .

In der von mir berechneten Tabelle findet sich der kleinste Werth im I. Quadranten, nämlich 351 Regentage, der größte im III. Octanten, nämlich 416 Regentage, daher

$$2N = 767$$

$$2a = 65 \quad ah = 1,65$$

und aus der Tabelle der Werth des Integrals folgt, dessen Supplement zur Einheit $W = \frac{1}{32}$ ergibt, welches die Wahrscheinlichkeit vorstellt, daß die Differenz von 65 durch bloßen Zufall zu Stande gekommen sey; da aber diese Differenz auf so viele Weise zu Stande kommen konnte, als sich aus den 8 Posten Amben bilden lassen, also auf $\frac{8 \cdot 7}{1 \cdot 2}$ fache Art, so muß die Wahrscheinlichkeit noch mit dieser Zahl multiplicirt werden, wodurch man $W_0 = \frac{1}{32} \cdot \frac{56}{2}$ nahe $= \frac{1}{2}$ erhält.

Die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{2}$ sagt, daß gleich viel Chancen für das Zustandekommen, wie gegen dasselbe vorhanden sind, woraus weiter hervorgeht, daß auch diese Differenz als eine rein zufällige zu betrachten ist.

Behandelt man Schübler's Resultate in gleicher Weise, so erhält man, da das Maximum im Vollmond mit 483 und das Minimum im IV. Octanten mit 396 Regentagen auftritt:

$$2N = 879$$

$$2a = 87 \quad ah = 2,07.$$

Hieraus ergibt sich $W = \frac{1}{270}$ und

$$W_0 = \frac{1}{270} \cdot \frac{8 \cdot 7}{1 \cdot 2} = \frac{1}{9}.$$

Es ergibt sich also bei Schübler allerdings eine Wahrscheinlichkeit von 9:1 zu Gunsten seiner Behauptung, was jedoch noch gar nicht als Beweis gelten kann. Die Beobachtungen, die er benutzte, sind nicht aus einer Quelle,

ferner ist das Maafs von 0,02 par. Linie, welches er als Bedingung für einen Regentag annahm, ein willkürlich gewähltes, wodurch es leicht möglich ist, eine etwas gröfsere Differenz zu erzielen. Seine Resultate sagen übrigens nicht mehr als: Sind 9 verschiedene Beobachter, welche in gleicher Weise Beobachtungen anstellen wie Schübler, aber auf verschiedenen Aufzeichnungen, so wird einer von ihnen eine solche Differenz finden, wie sie Schübler gefunden hat.

Es erübrigt schliesslich noch die anemometrischen Resultate der mathematischen Kritik zu unterwerfen. Ich ging hierbei ganz so vor wie bei den Barometerständen, bestimmte nämlich

$$\Sigma v^2,$$

hieraus h und r .

Für die SW.-Winde ergab sich

$$h = 14,69 \quad r = 0,03246.$$

Die Gränzen des wahrscheinlichen Fehlers also

$$0,357$$

$$0,293$$

und man bemerkt, dafs von den 8 Werthen der Tabelle 6 innerhalb und 2 aufserhalb dieser Gränzen liegen und diese 2 den wahrscheinlichen Fehler nur um geringes übersteigen.

Bei den NO.-Winden ergibt sich

$$h = 55,56 \quad r = 0,0085.$$

Die Gränzen des wahrscheinlichen Fehlers

$$0,066$$

$$0,050.$$

- 1) Ist ein Zusammenhang zwischen zwei Erscheinungen vorhanden, so tritt derselbe gewöhnlich in eminenter Weise hervor. So wies Prof. Pettenkofer in München nach, dafs mit dem Steigen des Grundwassers stets ein Wachsen der Typhusepidemie verbunden sey und Prof. Seidel prüfte die Resultate auf die eben angewandte Weise und erhielt eine Wahrscheinlichkeit von 36000 : 1 zu Gunsten der aufgestellten Behauptung.

Hier fallen 4 Werthe innerhalb, 2 fallen gerade mit den Gränzen zusammen und 2 liegen knapp auferhalb.

Es wurde also sowohl für die Barometerstände, als für die Regenmengen und für die Windstärken und Richtungen gezeigt, daß die Schwankungen, welche die nach den Kategorien der Mondesphasen gebildeten Mittel aufweisen, als rein zufällige zu betrachten sind.

Dasselbe wurde ferner auch bei den Resultaten von Flaugergues und Schübler bewiesen, und würde sich gewifs bei allen anderen ähnlichen Untersuchungen ebenso beweisen lassen.

Der Nachweis wurde auf rein mathematischem Wege geliefert, daher folgendes Theorem hierüber aufgestellt werden kann: „Der Mond übt auf die Schwankungen von Barometer, Regen und Wind in unseren Breiten keinen solchen Einfluß, daß derselbe mit unseren Instrumenten und Beobachtungsmethoden innerhalb eines Zeitraumes von 20 Jahren gefunden werden könnte. Ist derselbe dennoch vorhanden, so muß er so außerordentlich gering seyn, daß er für jede Bestimmung als nicht bestehend betrachtet werden kann.“

VI. *Ueber die Zurückwerfung und Brechung des Lichtes durch dünne Metallschichten;* von E. Jochmann.

Die optischen Eigenschaften dünner metallischer Lamellen sind neuerdings von Quincke einer Reihe sorgfältiger und nach mannigfaltigen Methoden abgeänderter Experimentaluntersuchungen unterworfen worden¹⁾. Die merk-

1) Pogg. Ann. Bd. 128 S. 541; Bd. 129 S. 44 und 177; Bd. 132 S. 29, 204, 321 und 561; sowie Nachrichten d. Göttinger Ges. d. Wissensch. v. 21. December 1870.