©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes und die scheinbare Grösse der Gestirne.

Von

Prof. Dr. J. M. Pernter,
Director der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Vortrag, gehalten den 12. December 1900.

Mit 4 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wieder trete ich vor Sie, um Sie über eine jener alltäglichen Erscheinungen zu unterhalten,[1]) welche man stets vor Augen hat und daher am wenigsten beachtet, und um die man sich am wenigsten kümmert, obwohl sie zu den schönsten und interessantesten zählen, die dem Auge des Menschen geboten werden. So verhält es sich mit der bezaubernden Farbenpracht der Dämmerungserscheinungen, mit dem lieblichen Himmelsblau und zum Theile auch mit der Herrlichkeit des Regenbogens, worüber ich schon die Ehre hatte, vor Ihnen zu sprechen. Diesmal ist es die Gestalt und die Form oder vielmehr die scheinbare Gestalt oder Form des Himmelsgewölbes, sowie die scheinbar verschiedene Größe von Sonne, Mond, Sternbildern und anderen Himmelserscheinungen je nach ihrer Höhe über dem Horizonte, die uns beschäftigen sollen.

Wir pflegen den Eindruck, den uns der Anblick des Himmels in Bezug auf seine Gestalt macht, durch den Ausdruck „Himmelsgewölbe" zu kennzeichnen. Und in der That ist die Erscheinung die eines Gewölbes. Dem unbefangenen Blicke fällt dabei unmittelbar auf, dass dieses Gewölbe ein gedrücktes ist, d. h. dass dem

---

[1]) Dieser Vortrag ist ein populär gehaltener Auszug aus dem ersten Capitel meines in Bälde erscheinenden Werkes „Die meteorologische Optik".

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Auge der Scheitelpunkt desselben, der Zenith, näher scheint als ringsum die Linie des Horizontes. Dieser Eindruck ist ein zwingender, man vermag es nicht durch was immer für Suggestionen denselben zu ändern. Es kommt ja wiederholt vor, dass jene, welche wissen, dass in Wirklichkeit kein solches Gewölbe besteht, sondern nur die durchsichtige Atmosphäre uns vom „unendlichen" Weltenraume trennt, und besonders auch solche, welche etwas astronomische Vorkenntnisse sich angeeignet haben und daher wissen, dass die Astronomen ihre Coordinatensysteme auf eine volle, echte Kugel beziehen, dafürhalten, dass auch das Himmelsgewölbe als Halbkugel erscheinen müsse. Sie argumentieren dabei folgendermaßen: das freie Auge hat in den Weltraum überall hin gleich weiten, freien Ausblick, daher muss ihm der Himmel als Kugel, beziehungsweise Halbkugel erscheinen. Doch diese Argumentation ist ganz unrichtig, was Helmholtz in folgender Weise dargethan hat: „Es ist kein entscheidender Grund da, warum der Sternenhimmel uns als eine regelmäßige Kugelfläche erscheinen sollte. Er zeigt unendlich entfernte Objecte; daraus folgt nur, dass er als irgendwelche Fläche von unbestimmter Form erscheinen kann, wenn irgendwelche andere Motive ihm eine solche zuweisen." [1]) Die unendlich freie Fernsicht nach allen Richtungen bedingt nämlich gar keine bestimmte Flächenform; in dem Falle, wo eine bestimmte Form, eine bestimmte Gestalt vorhanden ist, wird sie durch

---

[1]) Physiologische Optik, 1. Aufl., 1867, S. 630.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

andere hinzutretende Bedingungen bestimmt. Ist diese scheinbare Gestalt veränderlich, so sind die hinzutretenden Bedingungen wechselnd; ist sie constant, so sind es auch die hinzutretenden Bedingungen.

Es ist nun unsere erste Aufgabe, aus den Beobachtungen festzustellen, ob die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes constant dieselbe ist und wenn ja, von welcher Form sie ist.

Die Beobachtungen haben ergeben, dass die Gestalt des Himmelsgewölbes wesentlich stets die eines gedrückten Gewölbes ist; als dieses erscheint der Himmel, wenn er wolkenlos und wenn er bewölkt ist, bei Tag und bei Nacht. Zwar erscheint das Gewölbe nicht immer gleich stark gedrückt, doch bleibt die Erscheinung im wesentlichen stets ein deutlich gedrücktes Gewölbe. Es müssen daher constante, im wesentlichen unveränderte und unveränderliche Bedingungen vorhanden sein, welche diese Erscheinungsform bestimmen, mit anderen Worten: die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes muss einer constanten Ursache zu verdanken sein, sie entspringt einem festen Naturgesetze. Dann müssen wir aber auch in der Lage sein, die Gestalt des Himmelsgewölbes messend und rechnerisch festzulegen. Das ist denn auch geschehen.

Die dem unmittelbaren Eindrucke meist entsprechende Annahme ist von vorneherein die, dass die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes eine Kugelcalotte ist. Um diese Annahme zu prüfen kann man eine sichere Grundlage dadurch schaffen, dass man rechnerisch einen Ausdruck aufstellt, welcher für Kugelcalotten den Winkel,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

den für bestimmte Punkte des Himmels die Visierlinie auf dieselben mit dem Horizonte macht, zu berechnen gestattet. Da dieser Winkel dann auch direct gemessen werden kann, so wird die Übereinstimmung von Rechnung und Beobachtung die Bestätigung der Annahme einer Kugelcalotte, die Nichtübereinstimmung die Widerlegung derselben bedeuten.

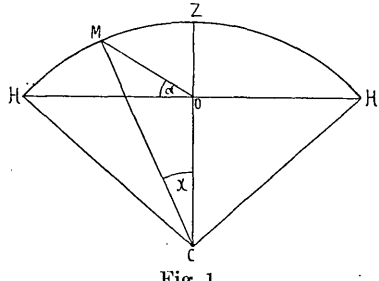

Fig. 1.

Der Vorgang ist der folgende. Der Bogen *HMZH* (Fig. 1) sei ein Verticalschnitt durch den Zenith, *HH* die Ebene des Horizontes, *O* der Standpunkt des Beobachters, *C* der zu suchende Mittelpunkt der Kugel, zu welcher *HMZH* — die Calotte, welche das Himmelsgewölbe bildet — gehört. Halbiert man den Bogen *HZ*, d. h. nimmt man die Hälfte eines Bogens vom Zenith zum Horizont, so ist damit der Punkt *M*, der Halbierungspunkt des Bogens (nicht des Winkels) gefunden. Man messe nun den Winkel α, und daraus lässt sich, wenn die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes wirklich eine Kugelcalotte ist, also *HMZM* ein Stück eines größten Kreises der zu-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gehörigen Kugel ist, der dem Bogen MZ entsprechende Centriwinkel x berechnen.

Hat man so den zum halben Bogen gehörigen Centriwinkel x gefunden, so kann man mit Hilfe desselben die zu den Halbierungspunkten der halben Bögen (Fig. 2)

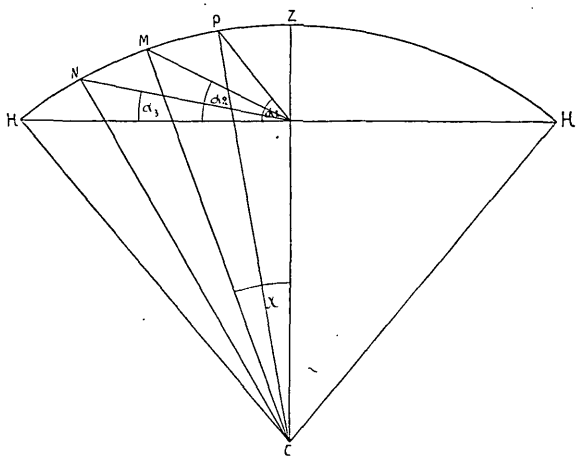

Fig. 2.

---

[1]) Es ist hier nicht der Ort, die Ableitung der Formeln zu geben; immerhin mögen die Schlussformeln hier mitgetheilt werden. Sie lauten:

$$r = \frac{2}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{1}{3} \cos (30 + \alpha) \cos (30 - \alpha)}$$

$$\cos 3 z = \frac{\cos 2 \alpha}{r^3 \cos^2 \alpha}$$

$$\cos x = r \cos z$$

Man kann also mittels des gemessenen Wertes von α die Hilfsgrößen r und z und dann mit diesen x berechnen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

N und P gehörigen Winkel α_1 und α_3 berechnen.[1]) Diese Winkel α_1 und α_3 kann man aber auch direct messen. Stimmt nun die Messung mit der Rechnung überein, so ist unsere Annahme, dass die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes eine Kugelcalotte ist, erwiesen.

Die Prüfung unserer Annahme wurde von Dr. Eugen Reimann, Professor am Gymnasium in Hirschberg in Schlesien, vorgenommen und mit sehr großer Annäherung innerhalb der unvermeidlichen, bei solchen Messungen besonders auftretenden Beobachtungsfehler bewahrheitet

---

Wer sich für die Ableitung interessiert, findet dieselbe in den Berichten und Verhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften von Leipzig, Jahrgang 1852, Seite 107, wo M. H. Drobisch dieselbe ausführlich gegeben hat.

[1]) Die Ableitung der betreffenden Formel findet man in der schon citierten Arbeit von M. H. Drobisch. Die Formel lautet:

$$\operatorname{tng} \alpha_k = 2 \sin\left(\frac{n+k}{n}\, x\right) \sin\left(\frac{n-k}{n}\, x\right) : \sin\left(\frac{2\,k}{n}\, x\right)$$

Hierin bedeutet n die Anzahl gleicher Bögen, in welche (Fig. 2) der Bogen HZ getheilt wurde — im Falle der Figur 2 ist also $n = 4$; k bedeutet die Anzahl Bögen, von Z gegen H gezählt, welche bis zum Punkte, zu welchem das entsprechende α gehört, liegen — also im Falle unserer Figur 2 ist k für den Punkt P gleich 1 und für den Punkt N gleich 3; während α_2 der ursprünglich gemessene Winkel ist, aus welchem nach den drei in der vorigen Anmerkung gegebenen Formeln zuerst x berechnet wurde, um dann mit diesem x nach der vorstehenden Formel α_1 und α_3 berechnen zu können.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gefunden.[1]) Wir sind daher berechtigt, anzunehmen, dass die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes eine Kugelcalotte sei.[2])

Aber obwohl wir stets eine Kugelcalotte vor unsere Augen gestellt sehen, ist diese Kugelcalotte doch nicht stets dieselbe, sondern es ist, als ob wir zuweilen eine etwas kleinere, zuweilen eine etwas größere Kugelcalotte sehen würden. Dies ist dem aufmerksamen Beobachter durch den verschiedenen Anblick ohneweiters auffallend und tritt bei Messungen deutlich in der Größe des Winkels α, des Halbierungswinkels des ganzen Bogens zwi-

---

[1]) Prof. Dr. Eugen Reimann, Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes. Programm des kgl. Gymnasiums zu Hirschberg 1890 und 1891.

[2]) Von vorneherein standen folgende drei Möglichkeiten offen: 1. Kugelcalotte, 2. Halbes Rotationsellipsoid, 3. Calotte eines Rotationsellipsoides. Die Übereinstimmung zwischen für die Kugelcalotte geführte Rechnung und directe Messung bei Reimann ist eine derartige, dass das halbe Rotationsellipsoid vollkommen ausgeschlossen erscheint, sie ist aber immerhin nicht so streng zusammenfallend, dass eine Calotte eines Rotationsellipsoides, die nur wenig von einer Kugelcalotte abweichen würde, auch schon als unmöglich den Thatsachen entsprechend erklärt werden könnte. Allein die Entscheidung, welche ja hier nur mehr nebensächlicher Art, mehr nur von theoretischem Interesse ist, wird nie getroffen werden können, weil in den Messungen, bei denen die Halbierungspunkte nur durch Schätzung des Auges bestimmt werden dürfen, naturgemäß soviele Fehlerquellen und Unsicherheiten liegen, dass größere Übereinstimmungen als die Reimanns nicht zu erwarten sind.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schen Zenith und Horizont hervor. Dieser Halbierungswinkel, welcher die Größe der Kugelcalotte bestimmt, ist nämlich veränderlich. Er schwankt unter den verschiedenen Verhältnissen und atmosphärischen Bedingungen zwischen etwa 20 und 30°. Je kleiner der Winkel, desto gedrückter erscheint das Himmelsgewölbe, d. h. eine umso kleinere Kugelcalotte sehen wir. Bei ganz heiterem Himmel, bei Tag ist durchschnittlich der Halbierungswinkel etwa 23°, bei ganz bewölktem Himmel etwa 21°; bei wolkenlosem Sternenhimmel hebt sich dieser Wert auf etwa 30°, in der Dämmerung liegt er, für wolkenlosen Himmel, zwischen den Werten für Tag- und Nachthimmel, nämlich bei etwa 27°. Man erkennt hierin leicht den Einfluss der Beleuchtung; in der That sinkt der Wert des Halbierungswinkel auf etwa 26° für wolkenlosen Nachthimmel bei vollem Mondenschein. Daraus ist es denn auch erklärlich, dass, je nachdem die Atmosphäre dunstig oder rein ist, selbst bei heiterem Taghimmel Schwankungen im Werte dieses Winkels zwischen 20 und 25° auftreten.[1]) Man könnte daher die Größe dieses Halbierungswinkels als ein Maß der Heiterkeit des Himmels und der Reinheit der Atmosphäre ansehen.

---

[1]) Diese Beobachtungsergebnisse verdanken wir alle Reimann (a. a. O.). Der erste, welcher den Halbierungswinkel bestimmte und die Frage auch eingehend und rechnerisch behandelte, war Robert Smith in seinem „A compleat System of Optics“. Man findet die Stelle in Kästners Übersetzung dieses Werkes „Vollständiger Lehrbegriff der Optik“, Altenburg 1755, S. 56. Smith fand den Hal-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Allerdings scheint die Größe dieses Winkels, auch bei gleichzeitiger Bestimmung desselben, nach Versuchen, welche Reimann (a. a. O.) mit neun Personen anstellte, für verschiedene Beobachter verschieden zu sein. Das kann aber nicht auffallen, da ja die ganze Erscheinung eine subjective ist, von der nur das eine feststeht, dass jedermann unter dem unwiderstehlichen Zwange steht, das Himmelsgewölbe als Kugelcalotte zu sehen, ob etwas mehr oder weniger gedrückt ist ja nicht wesentlich.

Hiemit hätten wir denn den wahren Charakter der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes festgestellt, soweit es die Erscheinung als solche betrifft. Wir werden hieraus vorerst verschiedene Schlussfolgerungen ziehen, die geeignet sind, manche andere allgemein auftretende Vorkommnisse und Erscheinungen aufzuklären, ehe wir an die Erklärung des ganzen Phänomens herantreten.

Die nächste Folge davon, dass wir in einer Winkelhöhe von nur 23° schon die Hälfte des ganzen Bogens zwischen Horizont und Zenith finden, ist die, dass wir, nach unserer Art, alles nach dem Winkel zu beurtheilen, schliessen, in diesem Halbierungspunkte hätten wir schon 45° Höhe. Dadurch werden wir veranlasst — und auch der Wissende vermag sich darüber nicht hinwegzusetzen —, bei Angaben von Winkelhöhen in den Gegenden gegen den Horizont zu große Winkel anzugeben.

---

bierungswinkel zu 23°. Ebenso später Kämtz 1832. Siehe sein Lehrbuch der Meteorologie, 3. Bd., S. 47. Von Kämtz bis Reimann scheinen keine Messungen des Halbierungswinkels mehr gemacht worden zu sein.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn man daher von Beobachtern seltener Himmelserscheinungen, wie z. B. von Meteoren und anderen Lichterscheinungen, bemerkt findet, dieselben seien etwa in 45° Höhe gesehen worden, ist es sicher, dass sie höchstens im 30° Höhe erschienen; wenn es heißt, man habe sie 30 oder 20° über dem Horizonte gesehen, so hat man sie in Wirklichkeit nur in Höhen von etwa 13, beziehungsweise 9° gesehen. Wie man in den dem Horizonte näheren Lagen des Himmelsgewölbes für kleine

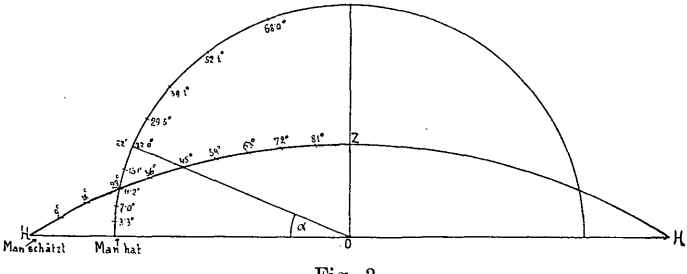

Fig. 3.

Bogenstücke viel zu große Winkel schätzt, schreibt man in der Nähe des Zeniths gleich großen Bogenstücken viel zu kleine Winkel bei. Figur 3 gibt diese Verhältnisse wieder. Der Bogen des Himmelsgewölbes zwischen Zenith und Horizont ist in zehn gleiche Theile getheilt. Bei unseren Winkelschätzungen geben wir jedem Bogentheile einen Winkelwert gleich $90 : 10 = 9^0$. Der Fehler, den wir dabei machen, ist ersichtlich gemacht am Halbkreise, dessen Mittelpunkt das Auge des Beobachters in *O* ist; dieser Halbkreis kann nur allein die Bögen liefern,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die das Maß sind für Winkel, welche in O ihren Scheitel haben. Die Zahlen geben den Wert des Winkels, welchen die Horizontale HO mit der Richtung von O zum entsprechenden Theilpunkte macht. Die Figur ist für das Himmelsgewölbe, wie es uns durchschnittlich erscheint, also für einen so flachen Bogen gezeichnet, dass der Winkel α, welchen die Richtung von O nach dem Halbierungspunkte mit dem Horizonte macht, 22^0 beträgt.[1])

Wie instructiv Figur 3 auch ist, sie zeigt uns doch nur die eine Seite unserer Schätzungen, nämlich die gleichen Bogenstücken des wirklich erscheinenden Himmelsgewölbes entsprechenden Bogenstücke des wahren Winkelmaßes, wie sie auf dem um O gezogenen Halbkreis ausgeschnitten werden. Zur vollen Klarheit gehört nun die Umkehrung des Problems, d. h. die Darstellung der Größe derjenigen Bogenstücke, welche gleichgroßen auf dem um O gezogenen Halbkreis gemessenen wahren Winkeln, entsprechen. Diese Darstellung ist in Figur 4 gegeben. Man erkennt hier in besonders auffallender Weise, dass gegen den Horizont zu einem wahren Winkel von 10^0 immer größere Bogenstücke des wirklich erscheinenden Himmelsgewölbes entsprechen. Denkt man sich den Bogen des letzteren zwischen Zenith und Horizont in neun gleiche Theile getheilt, so entsprechen

---

[1]) Der zugehörige Centriwinkel $2\,x$ ist in diesem Falle $31^0\,28'$; mit diesem Werte wurden die Winkelwerte der α-Winkel für jeden Theilungspunkt nach der oben S. 228, Anm. 1, mitgetheilten Formel berechnet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

einem wahren Winkel von 10° am Horizonte 2·5 solcher Theile, während am Zenith nur 0·4 Theil auf zehn wahre Grade entfällt. Der Zusammenhang zwischen wahrem Winkel und unseren unwillkürlichen Schätzungswinkeln am Himmelsgewölbe ist auch aus der folgenden Tabelle des Näheren zu ersehen.[1])

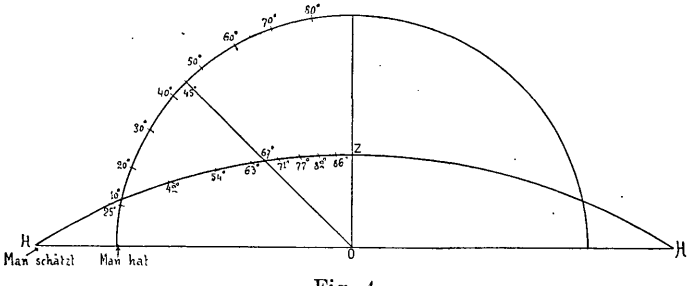

Fig. 4.

Höhenwinkel.

Wahrer Winkel	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Schätzung . .	14°	25°	34°	42°	49°	54°	59°	63°	67°
Wahrer Winkel	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	
Schätzung . .	71°	74°	77°	79°	82°	84°	86°	88°	

[1]) Ich erhielt diese Zahlen, indem ich mittels der Werte für α_k, die ich, wie oben gesagt, berechnet hatte, eine Curve construierte, mit den α als Ordinaten und den $\frac{2k}{n}x$ in geschätzten Winkelwerten als Abscisse. Aus dieser Curve sind die Zahlen der Tabelle unmittelbar zu entnehmen; scheinbare Ungenauigkeiten sind darauf zurückzuführen, dass ich die Zahlen auf ganze Grade abrundete.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Hieraus ist es nun deutlich, dass wir z. B. eine Wolke, die in 10° Höhe über dem Horizonte schwebt, für bedeutend höher halten, nämlich 25° hoch; das ist auch der Grund, warum wir die Sonne um die Mittagszeit selbst im Winter immerhin ziemlich hoch am Firmamente zu sehen glauben, und wer es nicht aus seinem astronomisch-geographischen Unterrichte gerettet hat, wird stark den Kopf schütteln, wenn man ihm sagt, dass um den 22. December die Sonne mittags nur 19° über dem Horizonte steht, wie wir auch trotz alles Wissens und Eingeweihtseins nie umhin können, zu erstaunen, wenn man uns sagt, dass am 21. Juni zur Zeit der Sommersonnenwende, wo uns die Sonnenstrahlen senkrecht auf das Haupt zu fallen scheinen, die Sonne nicht mehr als 63° hoch steht. Wenn man aber Figur 3 ansieht, versteht man sofort die Täuschung, denn man sieht, dass das wirklich erscheinende flache Himmelsgewölbe in 63° wahrer Winkelhöhe schon fast in eine gerade, mit dem Horizont parallele Fläche übergeht, was besonders geeignet ist, den Schein zu erwecken, als läge der Punkt schon ganz nahe dem Zenith.

Wir sind stets sehr geneigt, was wir in sehr großen Höhen des Himmels sehen, nahe an den Zenith oder gar direct in den Zenith zu verlegen. Da wir nämlich den Halbierungspunkt des wirklich erscheinenden Himmelsgewölbes, der nur in einer wahren Winkelhöhe von 22 bis 23° liegt, 45° hoch zu schätzen gezwungen sind, so werden wir bei nicht strenger Controle für gewöhnlich Erscheinungen, welche in der doppelten Höhe dieses

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Punktes, also in 45° wahrer Winkelhöhe auftreten, einfach in die Nähe des Zenithes oder schlechtweg in den Zenith versetzen. Und wenn man wieder in Figur 4 sieht, dass diese Höhe, die einem geschätzten Höhenwinkel von 67° entspricht, schon in dem fast ebenen, dem Horizonte nahezu parallelen Theile des Himmels zu liegen kommt und nur etwa 20 Percent des ganzen Bogens zwischen Horizont und Zenith vom wahren Zenith absteht, so werden wir diese unsere Unachtsamkeit noch verständlicher finden.

Es dürfte wohl auch ziemlich bekannt sein, dass wir stets meinen, die Berge am Horizonte nehmen uns einen viel größeren Theil des Himmels weg, als dies thatsächlich zutrifft. Man beachte nur, dass wir schätzen, dass Berge, welche in Wirklichkeit 2° über den Horizont heraufreichen, uns schon 6° vom Himmel wegnehmen, und so entsprechen einer Schätzung des von den Bergen weggenommenen Himmels von 9°, 12° und 15° nur wirkliche Verluste an Himmelsansicht von etwa 3, 4 und 5°.

So nimmt uns der Hermannskogel, wenn wir ihn von einem der nahe der Ringstraße gelegenen Häuser aus sehen, nur 2° 38′ vom Horizonte weg. Aber besonders in den Gebirgsthälern, wo wir ringsum hoch in den Himmel strebende Berge vor uns haben, ist die Ueberschätzung des verdeckten Himmelsstückes auffallend. Zur Verdeutlichung wähle ich hiezu ein für unseren Zweck ganz besonders günstiges Gebirgsthal, das Innthal von Innsbruck aus überblickt. Gegen Süden blickend fällt die gewaltige, sich in den reinsten Formen darbietende Waldrastspitze (2394 *m* Seehöhe) auf; sie scheint

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

hoch in das Himmelsblau hineinzuragen, und man wird erstaunt sein, zu hören, dass dieselbe von der Maria Theresienstraße aus gesehen nur 6° 30′ über den Horizont emporragt. Der ganz nahe Patscherkofel (2214 *m* Seehöhe) nimmt uns nur 13° 8′ vom Himmel weg. Ganz verblüffend wird aber das Resultat in Bezug auf die „Frau Hitt“. Die Besucher Innsbrucks sind stets fast erschüttert von dem Eindruck, welchen die Nordkette mit der „Frau Hitt“ (etwa 2300 *m* Seehöhe durchschnittlich) auf sie macht, wenn sie auf der Maria Theresienstraße promenieren; die Berge scheinen gerade vor ihnen fast senkrecht in bedrohliche Höhen sich zu erheben und rufen unwillkürlich den Eindruck hervor, als wollten sie über den Beschauer hereinstürzen. Und dennoch erheben sie sich nur 18° 11′ hoch über den Horizont. Dieser gewaltige Eindruck auf die Beobachter wird aber sofort erklärlich, wenn wir berücksichtigen, dass wir 18° wahrer Winkelhöhe stets auf 40° schätzen. In fast unheimlicher Weise wirkt diese unsere Überschätzung der Höhen, wenn die Berge zuerst tief herab in Nebel gehüllt sind und beim Aufbrechen der letzteren die Gipfel über den Nebeln (Wolken) erscheinen. Ich war einmal Zeuge dieses Eindruckes, als ich mit einer Dame, welche das erstemal nach Innsbruck gekommen war, zu einer Zeit, wo der ganze Himmel von Innsbruck bis tief herab an den Bergen von Hochnebeln bedeckt war, auf dem Rennwege spazieren gieng, während die Nebel allmählich aufbrachen. Die Gegend um den Zenith war zuerst blau geworden und allmählich streckten die Bergriesen ihre Gipfel und Kämme aus den an ihnen noch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

lagernden Nebeln hervor. Mit Schrecken frug die Dame, was denn dort über den Wolken erscheine, und nur schwer und allmählich war sie zu überzeugen, dass in diese immensen Höhen die Berge hinaufreichen, — die doch nur in 18° wahre Winkelhöhe sich erheben.

Es wirft sich nun die Frage auf: Sollen gelegentliche Beobachter von Himmelserscheinungen sich bemühen, bei Angabe der Höhe, in welcher sie diese Erscheinungen gesehen, von der uns von unserer Natur aufgedrungenen Täuschung sich zu befreien und wahre Winkelhöhen anzugeben versuchen? Die Antwort lautet dahin, dass dies nie zu geschehen habe, wenn man nicht ein Messinstrument zur Hand hat, mit welchem man die wahre Winkelhöhe zu messen imstande ist. Ist dies nicht möglich, so kann stets nur von einer Annäherung durch Schätzung die Rede sein, und dann wird man noch die besten Resultate erzielen, wenn man ungezwungen die Schätzung, wie sie in unserer Natur liegt, macht und dann mit Hilfe der oben Seite 234 gegebenen kleinen Tabelle auf wahre Winkel reduciert. Bei sehr hoch, scheinbar im Zenith, auftretenden Erscheinungen ist aber die Vorsicht anzuwenden, nicht ohneweiters „im Zenith“ anzugeben, sondern — wenn auch die natürliche Schätzungsmethode beibehalten wird — jene Unachtsamkeit auszuschließen, von der oben gesprochen wurde.

Eine weitere Folge der bisher behandelten Verhältnisse, wie sie recht augenscheinlich in Figur 4 zur Darstellung kommen, ist die, dass uns gleich große wahre Winkel sehr verschieden groß erscheinen, je nachdem sie

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in der Nähe des Horizontes oder mehr gegen den Zenith zu liegen. Wenn daher irgendein Sternbild, dessen einzelne Sterne ja einen fixen wahren Winkelabstand haben, das also stets eine und dieselbe wahre Winkelgröße hat, beim Aufgange in der Nähe des Horizontes und dann bei der Culmination mehr gegen den Zenith zu gesehen wird, so wird dasselbe den Eindruck wesentlich verschiedener scheinbarer Größe auf uns machen müssen. Das tritt nun in der That mit solcher Deutlichkeit auf, dass wohl jeder, der nur zuweilen den gestirnten Himmel betrachtet, davon überrascht gewesen ist. Ich erinnere nur an zwei Sternbilder, die allgemein gekannt sind: den großen Bären und den Orion, bei denen die scheinbare Vergrößerung in der Nähe des Horizontes besonders auffallend ist.

Die Größe dieser scheinbaren Vergrößerung können wir in gleicher Weise wie die Angaben der Figur 4 berechnen. Denkt man sich den Bogen des wirklich erscheinenden Himmelsgewölbes zwischen Zenith und Horizont in 100 gleiche Theile getheilt, so wird die fixe Winkelgröße von wahren zehn Graden in den nachfolgenden Höhen über dem Horizonte die beigesetzte Anzahl solcher Theile des scheinbaren Himmelsgewölbes einnehmen:

Wahre Winkelhöhe	Percente des scheinbaren Himmelsgewölbes	Wahre Winkelhöhe	Percente des scheinbaren Himmelsgewölbes
0—10°	27·8	50—60°	6·7
10—20°	18·9	60—70°	5·6
20—30°	13·3	70—80°	4·8
30—40°	10·0	80—90°	4·1
40—50°	8·3		

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Hieraus ergibt sich, dass ein Sternbild am Horizonte etwa viermal so groß erscheinen wird wie in 50—60° wahrer Höhe und 8mal so groß als nahe dem Zenithe.[1]) Misst man aber ihre wahre Winkelgröße mit einem Messinstrumente, so findet man sie natürlich stets gleich groß.

Im gleichen Falle befinden wir uns gegenüber den scheinbaren Größenänderungen von Sonne und Mond in ihrem täglichen Laufe am Himmel. Sie scheinen oft „kolossal" groß beim Aufgange und recht klein in der Mitte ihres täglichen Weges. Auch hier wird man die gleiche Erklärung der Erscheinung zu geben haben. Die wahre Winkelgröße von Sonne und Mond bleibt selbstverständlich stets gleich, sie werden also in den verschiedenen wahren Winkelhöhen in dem Verhältnis kleiner als am Horizonte erscheinen müssen, welches durch die obige Tabelle angegeben ist. Es liegen uns zur Controle dieses Schlusses glücklicherweise einige messende Vergleichungen von Reimann vor;[2]) es sind leider die einzigen,

---

[1]) Es ist hier nicht der Ort, eingehender die Frage zu behandeln; wo es am Platze sein wird, werde ich zeigen, dass die gegebenen Werte bis 70° verlässlicher sind als die zwischen 70 und 90°.

[2]) Reimann, Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizonte. Programm des kgl. Gymnasiums in Hirschberg 1901. — Diese mir durch die Freundlichkeit des Verfassers noch knapp vor der Drucklegung dieses Vortrages zugekommene Arbeit enthält eine Darlegung aller Erklärungsversuche unserer Erscheinung von Aristoteles bis heute. In ihr gibt Reimann auch eine eigene, objectiv-physikalische Erklärung derselben, die trotz

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

da von anderen Beobachtern stets nur im allgemeinen angegeben wird, dass diese Himmelskörper am Horizonte „bedeutend", „außerordentlich", auch „kolossal" größer erscheinen als in bedeutenden Höhen. Reimann fand aus vielen Vergleichungen von 9 Tagen vom 25. Juli bis 1. August, dass die Sonne am Horizonte im Mittel 3·32mal größer erscheint als in 55° wahrer Winkelhöhe. Aus unserer vorstehenden Tabelle ergibt sich, dass unter der Voraussetzung einer Drückung des Himmelsgewölbes, welche den Halbierungspunkt in 22° wahrer Winkelhöhe aufweist, diese Verhältniszahl etwas größer sein müsste, nämlich etwa 4. Immerhin ist die Annäherung bei so sehr den Beobachtungsfehlern unterlegenen Schätzungen eine genügende.

Bemerken wir noch, dass man auch bei Schätzungen der Größe von Mond- und Sonnenhöfen und Ringen und ähnlichen optischen Erscheinungen dieser Größentäuschung unterliegt, so haben wir wohl die thatsächlichen Verhältnisse genügend erschöpfend mitgetheilt, und es erübrigt uns nur noch eine entsprechende Erklärung für diese Erscheinung zu finden.

Die Erklärung der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes und der scheinbaren Größe der Gestirne und der damit zusammenhängenden Erscheinungen liegt nicht auf rein physikalischem, sondern auf physiologisch-physikalischem oder psychologisch-physikalischem Gebiete. Es liegen allerdings auch Versuche vor, objectiv-physi-

der großen Verdienste Reimanns in dieser Frage kaum auf Zustimmung zu hoffen haben dürfte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

kalische Erklärungen der Erscheinung zu geben, sie sind aber so weit entfernt zu befriedigen, dass wir hier darauf nicht einzugehen brauchen. Auch v. Zehender's[1]) ganz aparte, allen anderen Beobachtern, ja dem allgemeinen Eindrucke widersprechende Behauptung, das Himmelsgewölbe sei überhaupt kein abgeplattetes, gedrücktes Gewölbe von „Uhrglasform", kann hier als durch die allgemeine Erfahrung widerlegt beiseite gelassen werden. Wir werden im Folgenden aber alle Momente hervorheben, welche im Laufe der Jahrhunderte zur Erklärung der Erscheinung beigebracht wurden, soweit dieselben Punkte berühren, welche unsere „feste, stetige und unveränderbare" Vorstellung (wie sich schon Ptolomäus ausgedrückt hat) von der Abflachung des Himmelsgewölbes und der scheinbaren veränderlichen Größe von Sonne und Mond thatsächlich zu beeinflussen vermögen. Auf die geschichtliche Entwicklung der Anschauungen über unseren Gegenstand einzugehen, würde hier zu weit führen; man findet darüber Ausführliches in den unten[2]) angegebenen Stellen.

---

[1]) Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 24, S. 218ff. Es ist im ausführlichen Capitel der „Meteorologischen Optik" der Platz, um auch die von Zehender mitgetheilten Beobachtungen zu erklären.

[2]) Gehlers physikalisches Wörterbuch, 5. Bd., 1. Abth., S. 261. — Helmholtz, Physiologische Optik (1867), S. 630. — Filehne, Pflügers Archiv für Physiologie, Bd. 59, S. 279. — Reimann, Programm des kgl. Gymnasiums zu Hirschberg 1901.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Man hat schon von altersher die scheinbar größere Entfernung des Himmels in der Horizontalen als in der Verticalen dadurch erklärt, dass uns die Kleinheit der Gegenstände bis zum Horizonte und am Horizonte, deren Größe uns an sich bekannt ist, dahin leitet, die Entfernung größer zu schätzen als nach dem Zenith. Diese Erklärung ist keine vollständige, denn es scheint uns der Himmel auch dann noch ein gedrücktes Gewölbe und die Sonne und der Mond auch dann noch am Horizonte größer als in großen Höhen, wenn wir künstlich die ganze Erdoberfläche abblenden, so dass wir keine irdischen Gegenstände wahrnehmen.

Das Gleiche gilt von dem folgenden Erklärungsgrunde. Man sagt, die Richtung zum Horizonte bietet so viele Gegenstände, welche dem Auge als Marksteine für die Abmessung der Entfernung dienen, dass diese Richtung vielmal größer geschätzt werden muss als die Richtung zum Zenith, wo der Blick keine solchen Marksteine findet. Es ist das dieselbe Art der Täuschung wie diejenige, welche uns von zwei gleich großen Linien, wovon die eine durch Striche in viele Theile zerlegt ist, diese letztere größer erscheinen lässt als die glatte ungetheilte Linie.

Ein weiterer Erklärungsgrund wurde in der sogenannten Luftperspective gesucht. Gegenstände, welche im Dunste gesehen werden und daher weniger beleuchtet erscheinen, halten wir für umso entfernter, je lichtschwächer sie sind. Dies trifft nun dem Horizont entlang zu, während nach dem Zenith hin weder Gegenstände

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

vorhanden sind, noch der Dunst der Niederungen sich fühlbar macht. Doch scheint uns ja auch der Nachthimmel gedrückt und die Sternbilder gegen den Horizont größer. Aber auch bei Tag lässt sich der Horizont so abblenden, dass man keine Gegenstände sieht, und dennoch haben wir den Eindruck des gedrückten Himmelsgewölbes. Wenn überdies der Horizont sehr rein ist, wie ich dies besonders auf Berggipfeln im Winter wiederholt beobachten konnte, so bleibt der Eindruck des abgeflachten Himmelsgewölbes bestehen, auch wenn man alle irdischen Objecte abgeblendet hat, und man schätzt immer noch die Winkelhöhen von Sonne oder Mond viel zu hoch. Auch die Luftperspective kann die volle Erklärung der Erscheinung nicht liefern.

Filehne[1]) hat einen neuen Erklärungsgrund in seiner Theorie der „perspectivischen Vertiefung" in der Horizontalen gegeben. Da wir in aufrechter Stellung auf der Erde wandeln und von Kindsbeinen auf den Boden unter uns zu haben gewohnt sind, so ist die gewöhnliche Sehrichtung unserer Augen in der Horizontalen gelegen, in welcher sich ja alle irdischen Gegenstände ausbreiten. Die Entfernungen in dieser Richtung lernen wir aus Erfahrung kennen, die Form und Größe der Gegenstände, ihre Lage im Raume und zu einander ebenfalls, und so bildet sich in uns nothwendig die Vorstellung der perspectivischen Vertiefung in der Horizontalen aus. Wir postieren und gruppieren die in dieser Richtung gelegenen

---

[1]) A. a. O.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Gegenstände und übertiefen dadurch so, dass die Winkel, unter denen wir sie sehen, in unserer Vorstellung vergrößert werden, und an dieser Vergrößerung der Winkel nimmt dann infolge der eingelebten Gewohnheit nothwendig auch das Himmelsgewölbe und alles, was an demselben in der Nähe des Horizontes erscheint, theil. Wir sehen daher den Himmel nach dem Ausdrucke Filehnes als „horizontalen Hohlkörper", d. h. in der Horizontalen sehr vertieft gegenüber der Verticalen.

Filehne führt zwei Versuche für die Richtigkeit seiner Theorie an. Hängt man sich auf dem Reck im Kniehange mit dem Kopfe nach unten, so erscheint nun das Himmelsgewölbe nicht mehr abgeflacht, sondern als Halbkugel. Man befindet sich dem Horizonte gegenüber nicht mehr in der gewohnten Lage, und die Vertiefung erscheint aufgehoben. Man ist daher berechtigt, weiter zu schließen, dass man bei stereoskopischen Bildern auch nicht mehr die in Fernsicht erscheinenden Gegenstände zu vertiefen vermag, wenn man diese Bilder umgekehrt ins Stereoskop steckt. In der That erwies der Versuch, dass in diesem Falle nur mehr jene im Vordergrunde befindlichen Bildobjecte körperlich gesehen werden, welche wegen ihrer Nähe für das binoculare Sehen noch verschiedene Grenzen darbieten, der Hintergrund versagt aber der Vertiefung derart, dass ein körperliches Sehen der Gegenstände auf demselben ganz unmöglich wird.

Hiemit hatte Filehne offenbar ein wichtiges Moment für die Erklärung unserer Erscheinungen aufgedeckt, wenn man auch etwas schwer thut, sich die Sachlage in

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Filehnes Theorie ganz klar zu machen. Das wichtigste in Filehnes Theorie ist offenbar der darin enthaltene Satz, dass wir beim horizontalen Sehen anders urtheilen, als wenn der Blick eine andere Richtung nimmt.

Das Verdienst, den Einfluss der Blickrichtung auf die scheinbare Größe von Sonne, Mond und Sternbilder und auf die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes genau formuliert und durch viele Versuche nachgewiesen zu haben, gebürt Zoth.[1]) Es ist Zoth gelungen, zu zeigen, dass die Hauptursache für die Größentäuschung darin liegt, dass wir sowohl durch unsere gewöhnliche Haltung des Körpers als durch Angewöhnung gezwungen sind, Körper, über deren Entfernung wir nichts Genaues mehr auszumachen imstande sind, bei horizontaler Blickrichtung größer zu sehen als bei schief aufwärts gerichteten Augen. Bodenwärts gerichteter Blick wirkt ziemlich ebenso wie horizontale Blickrichtung. Den Nachweis für diese Sätze konnte Zoth auf das entscheidendste erbringen. Wenn es die Blickrichtung ist, welche diese Täuschung hervorbringt, so hängt es dann nicht mehr davon ab, ob der Blick parallel dem Horizonte oder schief zu letzterem gerichtet ist, dass wir die Sonne oder den Mond groß oder klein sehen, sondern nur davon, ob das Auge in seiner normalen Lage

---

[1]) Ueber den Einfluss der Blickrichtung auf die scheinbare Größe der Gestirne und die scheinbare Form des Himmelsgewölbes, von Prof. Oskar Zoth. — Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. 78, S. 363.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

geradeaus oder stirnwärts gerichtet ist. Legt man sich bequem in einen Lehnsessel zurück, so ist der gerade Blick nicht mehr parallel zum Horizonte, sondern zu letzterem schief; legt man sich ganz auf den Rücken auf die Erde, so geht die gerade Blickrichtung in den Zenith, die zum Horizonte entweder vorne fußwärts oder hintüber stirnwärts.

Bevor wir darauf eingehen, Zoths Beweise für seine Theorie der Blickrichtung darzulegen, muss der Vollständigkeit halber darauf aufmerksam gemacht werden, dass der erste, welcher die Blickrichtung als Ursache des Größererscheinens der Gestirne am Horizonte angibt, Ptolomäus war:[1]) „Geradeso," sagt er, „wie man die Einzelheiten von Körpern, auf welche man den Blick in anderer als dem Auge natürlichen Richtung wirft, weniger deutlich wahrnimmt, ebenso wird in diesem Falle die Entfernung kleiner geschätzt werden. Es scheint nun, dass dies die Ursache ist, warum wir die Himmelskörper, welche stets unter demselben Gesichtswinkel gesehen werden, dann für kleiner halten, wenn sie dem Zenithe näher stehen."[2])

---

[1]) Zoth hatte keine Kenntnis davon, dass die von ihm verfochtene Hauptursache des Phänomens zwei so große Männer wie Ptolomäus und Gauß, zu Vertretern hatte; er hielt vielmehr dafür, dass die Blickrichtung als solche ein „bisher nicht berücksichtigtes Moment" sei.

[2]) Reimann, Programm 1901, S. 1. Ich citiere obige Stelle nach Reimann, wie auch die folgende von Gauß

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Viel deutlicher noch gab Gauß die Blickrichtung als Ursache der in Frage stehenden Erscheinungen an, ja Gauß theilt sogar Versuche mit, welche seine Auffassung bekräftigen. In seinem Briefe an Bessel vom 9. April 1830 schreibt er: „Ueberhaupt ist mir zuweilen vorgekommen, als ob das Physiologische bei manchen optischen Phänomenen eine wichtigere Rolle spielt, als man sonst wohl gedacht hat. Die gewöhnlichen Erklärungen des Phänomens, dass der Mond am Horizont uns größer erscheint als in beträchtlicher Elevation, haben mich niemals befriedigt... Man sollte hier allerlei Experimente anstellen, z. B. den Vollmond im Horizont in einem Planspiegel sehen, so dass er aus großer Höhe herab reflectiert wird, ohne dass man den Spiegel sammt Zubehör gewahr wird, und umgekehrt den Vollmond aus großer Höhe durch Reflexion horizontal sehen. Solche Spiegel müssen aber, um obiger Bedingung Genüge zu leisten, sehr groß und sehr genau plan sein, woran es mir fehlt. Dagegen aber ist es mir vorgekommen, als ob ein anderes Experiment auf eine physiologische Erklärung des Phänomens hinwiese. Betrachte ich den hochstehenden Vollmond in einer rückwärts sehr geneigten Körperlage, wobei der Kopf gegen den übrigen Körper die gewöhnliche Lage hat, so dass der Mond etwa senkrecht gegen das Gesicht scheint, so sehe ich ihn viel größer, und umgekehrt sehe ich den im

---

und die Versuche von Stroobant, da ich auch erst durch Reimann darauf aufmerksam wurde.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Horizonte stehenden Vollmond bei vorwärts geneigtem Körper merklich kleiner."[1])

Wohl auf diese Darlegungen von Gauß gründete sich auch der folgende Versuch Stroobants. Er verglich die scheinbaren Distanzen von Sternpaaren und fand, dass sie in größeren Höhen kleiner sind als im Horizonte. Um die Größe des Unterschiedes der Abstände zu bestimmen, machte er im dunklen Saale Versuche mit gleichweit abstehenden Funkenpaaren und fand, dass dieselben in der Verticalen um ein Fünftel kleinere Abstände zu haben schienen als in der Horizontalen. Auch diese Versuche wiesen auf den Einfluss der Blickrichtung für die Erklärung des Phänomens hin.[2])

Zoth gieng nun, ohne Kenntnis dieser vor ihm gemachten Versuche von Gauß und Stroobant, daran, die in ihm aufgetauchte Theorie des Einflusses der Blickrichtung durch wohldurchdachte und vielfältige Versuche zu prüfen.

Es galt ihm vorerst nachzuweisen, dass die Blickrichtung allein, ohne andere Ursachen, die Vergrößerung im Horizonte, die Verkleinerung in bedeutenden Höhen des Himmels verursache. Er betrachtete zu diesem Zwecke den Mond durch berußte oder übereinandergelegte farbige Gläser, durch welche man nur mehr die leuchtende Fläche des Mondes ohne Spur von irdischen

---

[1]) Briefwechsel mit Bessel.

[2]) Bulletin de l'Académie Royale de Belgique, 3me série, t. 8, 1884 und t. 10, 1885.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Objecten und ohne Wahrnehmung des Himmels sehen konnte. In der normalen Körperhaltung erschien nun, gerade wie bei ungeschütztem Auge, der tiefstehende Mond groß, der hochstehende klein; ein schlagender Beweis, dass die Blickrichtung allein schon die Größenunterschiede bedingt.

Der zweite Versuch — eigentlich Versuchsreihe — war die von Gauß schon gewählte Methode, den Mond, wenn er tief stand, mit veränderter Blickrichtung zu betrachten. Bei Aufrechthaltung des Körpers erschien er groß, bei vorgeneigtem Körper, wo also die Blicksrichtung stirnwärts ging, kleiner; der hochstehende Mond vergrößerte sich bei zurückgelehnter Körperrichtung, wenn er mit gerader Blickrichtung gesehen wurde.

Auch den Spiegelversuch, den Gauß mangels entsprechender Spiegelvorrichtungen nicht ausführen konnte, machte Zoth mit vollem Erfolge. Sah er den hochstehenden Mond im Spiegel so, dass nun die Blickrichtung bei aufrechter Körperhaltung gerade, also horizontal war, so wurde er größer; musste er den Blick stirnwärts erheben, um das Spiegelbild des tiefstehenden Mondes zu sehen, war das Bild kleiner als der direct gesehene Mond.

Auch künstliche Nachahmungen der Himmelsverhältnisse ergaben — allerdings erst dann, sobald die Entfernung der gesehenen Objecte nicht mehr gut abzuschätzen ist — dass mit erhobener Blickrichtung gesehene Gegenstände (z. B. Glaskugeln der Straßenbeleuchtung etc.) kleiner erscheinen als gleich große, mit gerader Blickrichtung betrachtete.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Durch diese vielfältigen und genauen Versuche Zoths ist es zweifellos geworden, dass die Blickrichtung als solche wenigstens eine maßgebende Ursache der untersuchten Erscheinung ist. Allerdings fehlen dabei die Bestimmungen der Größenverhältnisse des mit gerader und erhobener Blickrichtung gesehenen Objectes. Die Angaben lauten hierüber unbestimmt. Stroobant fand die scheinbare Vergrößerung der Distanz seiner zwei künstlichen Lichtpunkte ein Fünftel, Zoth gibt bei den Lampenkugeln der elektrischen Straßenbeleuchtung die doppelte Größe für die horizontal gesehene Kugel gegenüber der mit erhobenem Blicke gesehenen an. Allein hier ist man stets noch von einer Art unmittelbarer Entfernungsschätzung beeinflusst, welche bei den Himmelsobjecten ganz verloren geht. Es ist also vorauszusehen, dass bei Betrachtung von Gestirnen ein bedeutender Größenunterschied sich ergeben würde. Leider wurden bei den Spiegelversuchen solche Bestimmungen nicht gemacht, obwohl gelegentlich die Vergrößerung als „kolossal" bezeichnet wird. Wir haben oben gesehen, dass die wirklich erscheinende Abflachung des Himmelsgewölbes eine etwa vierfache Vergrößerung des in der Nähe des Horizontes erscheinenden Gestirnes gegenüber seiner Stellung in etwa 55° wahrer Höhe verlangen würde. Vergleichungen Reimanns ergaben für die Sonne in diesen Lagen einen 3·32fachen scheinbaren Größenunterschied. Es ist nicht ausgeschlossen, dass Vergleichungen in verschiedenen Körperlagen und Körperneigungen und besonders bei den Spiegelversuchen dasselbe Resultat er-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

geben würden. Sollten sich dabei aber etwas kleinere Verhältniszahlen ergeben, so würde das nur beweisen, dass zwar die Blickrichtung die Hauptursache des Phänomens ist, dabei aber auch noch die anderen oben angeführten Momente, wie die Abschätzung der Entfernung nach den Gegenständen und dem Hintereinander der Objecte am Horizonte mit einfließen.

Es liegt nahe, den Blickrichtungseinfluss auch als Hauptursache für die gedrückte Wölbung des Himmels anzusehen. In der That, sobald man gleiche Stücke in der Nähe des Horizontes mehrmal größer schätzt als in der Nähe des Zeniths, so resultiert daraus unmittelbar die Abflachung des Himmelsgewölbes. Zoth hat übrigens hiefür auch den directen Beweis durch den Versuch erbracht. Er legte sich mit dem Rücken auf die Erde, so dass nun die gerade Blickrichtung zum Zenithe gieng, die erhobene rückwärts gegen den Horizont, die gesenkte fußwärts gegen den Horizont. Der Himmel schien nun rückwärts gegen den Horizont, bei stirnwärts gerichtetem Blicke, sehr stark gegen den Kopf zu rücken, d. h. er erschien rückwärts stark abgeflacht und im Zenithe und fußwärts vertieft.

Die Erscheinung des uhrglasförmigen Himmelsgewölbes und der scheinbaren Vergrößerung der Himmelsobjecte am Horizonte ist nach dem Vorhergehenden in folgender Weise zu erklären: Die Hauptursache liegt darin, dass wir gezwungen sind, durch Anlage und Gewohnheit mit gerader Blickrichtung Betrachtetes größer zu schätzen als mit gehobenem Blicke Gesehenes. Mög-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

licher, ja wahrscheinlicher Weise wird dieser Eindruck noch erhöht dadurch, dass wir der Erdoberfläche entlang durch Vergleichung mit irdischen Objecten, durch Abschätzen der Entfernungen an den hintereinander erscheinenden Gegenständen und durch „perspectivische Vertiefung“, sowie durch die Luftperspective die Überschätzung noch steigern.

Wie es kommt, dass die Blickrichtung diesen Zwang uns auferlegt, diese Frage liegt auf rein psycho-physiologischem Gebiete. Abgesehen davon, dass die Physiologen dieselbe heute selbst noch nicht mit Sicherheit zu beantworten vermögen, ist es nicht Sache der Physiker und Meteorologen, auf dieselbe weiter einzugehen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Pernter Josef Maria

Artikel/Article: Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes und die scheinbare Grösse der Gestirne. 221-253