

Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont.

Zusätze zu dem gleichnamigen Artikel in Bd. 30 *dieser Zeitschrift*.

Von

Prof. Dr. EUGEN REIMANN.

I. Geschichte des Problems.

In der Geschichte unseres Problems und des mit ihm aufs engste verknüpften von der Gestalt des Himmelsgewölbes waren mir bisher die Ansichten von HERING und WUNDT entgangen, da ich in erster Linie astronomische und meteorologische Schriften benutzt hatte, in denen sie nicht erwähnt waren.

Nach E. HERING¹ ist das Himmelsgewölbe, bei Ausschluß aller terrestrischen Gegenstände aus dem Sehfelde, die einfachste durch nichts und insbesondere durch keinerlei anschauliche Erfahrungen beeinflusste Auslegung oder Vorstellung des Gesamtbildes der Netzhaut. Dann erscheine der Himmel durchaus als Kugelfläche, während er, wenn man wie am Tage die Erdoberfläche mit erblickt, von oben nach unten plattgedrückt aussehe.

Auch WUNDT² behauptet, daß der Himmel, sobald speziellere Bedingungen fehlen, sich als innere Oberfläche einer Halbkugel darstelle. Als Grund der Erscheinung betrachtet er die Bewegung des Auges. Denn bei derselben beschreibe der Fixationspunkt fortwährend größte Kreise einer Hohlkugelfläche um den Drehpunkt des Auges als Mittelpunkt. Diese Kugelfläche erleide aber durch die vielen Fixationspunkte zwischen uns und dem Horizont eine Abplattung. Das Größererscheinen der Sonne und des Mondes am Horizont leite man in der Regel davon her, daß

¹ EWALD HERING: Beiträge zur Physiologie. 1. Heft, Vom Ortssinn der Netzhaut. 1861. S. 26.

² WILHELM WUNDT: Grundzüge der physiologischen Psychologie. 5. Aufl. II. Bd., S. 536, 613 u. 648.

wir sie dort infolge der flachen Form des Himmels für entfernter hielten, wozu als mitwirkende Momente noch die intermediären Objekte und die Luftperspektive kämen. Den entscheidenden Einfluss übe jedoch auch hier die Blickbewegung aus, wofür die Wirkungen der Blickrichtung den Beweis lieferten. Denn bei umgekehrter Kopfhaltung werde der tiefstehende Mond klein und in der Rückenlage der hochstehende groß gesehen. Ebenso erscheine der durch einen Spiegel nach dem Horizont hinab reflektierte Mond vergrößert und der vom Horizont zum Zenit gespiegelte verkleinert. Der Einfluss der Blickbewegung beruhe darauf, daß die Aufwärtsbewegung des Auges eine größere Energie erfordere als die Abwärtsbewegung und daher mit einer Überschätzung der von unten nach oben durchlaufenen Strecken verbunden sei, Distanzen aber nach der Tiefe des Raumes zu in überwiegender Anzahl in dieser Richtung durchlaufen würden.

Die historische Bedeutung der Ansichten von HERING und WUNDT beruht darauf, daß sie zuerst die wichtige Frage, woher die Flächennatur des Himmelsgewölbes stammt, physiologisch zu beantworten unternehmen. Bisher war dieselbe überhaupt nur von wenigen Forschern gestellt worden, und zwar hatten sie ALHAZEN und in neuerer Zeit FILEHNE psychologisch, und TREIBER, indem er den Himmel als die sichtbare, für scharf begrenzt gehaltene Oberfläche der Atmosphäre deutete, physikalisch zu lösen versucht. Die meisten beruhigten sich damit, den Himmel als etwas Gegebenes und Selbstverständliches oder schlechthin als eine Fiktion aufzufassen und höchstens Gründe anzugeben, weshalb der Horizont entfernter scheint als das Zenit.

Einwendungen lassen sich folgende machen. Es ist nicht einzusehen, wie eine Vorstellung von der Krümmung der Netzhaut wirksam sein soll, die uns doch sonst beim Sehakt völlig abgeht. So meint auch BOURDON¹ „D'ailleurs nous ignorons, à moins d'avoir étudié l'anatomie, la forme de la rétine elle-même“. Derselbe vermist auch, sowohl bei HERING als bei WUNDT, eine Erklärung für die Entfernung, in welcher das Himmelsgewölbe erscheint, das nach ihren Theorien ebensogut in jeder anderen sichtbar werden könnte. Auch muß ich gestehen, daß es mir

¹ B. BOURDON: *La perception visuelle de l'espace*. 1902. S. 421. Bibliothèque de Pédagogie et de Psychologie, publiée sous la direct. de ALFRED BINET. IV.

nicht klar ist, wie wir uns die Kugelfläche, der die vom Fixationspunkte beschriebenen größten Kugelkreise angehören, konstruieren und als stetige Himmelsfläche so deutlich und ausgeprägt imaginieren sollen, daß kindlichere Zeiten sie für ein wirkliches festes Gewölbe hielten, wenn nicht objektive Ursachen für die Sichtbarkeit der Fläche vorhanden wären. Käme nur die Bewegung des Auges ins Spiel oder wirkte nur die Vorstellung des Gesamtbildes der Netzhaut, so müßte sich uns doch auch innerhalb eines weißen homogenen dichten Nebels, der uns umgibt und nicht die allernächsten Gegenstände erkennen läßt, eine Kugelfläche zeigen, was nicht der Fall ist. Als eine Halbkugel sehen wir aber überhaupt nicht die Himmelsfläche, auch nicht in der Nacht, wo nur die Abplattung etwas geringer ist als am Tage, an welchem sie eine so niedrige Kalotte darstellt, daß ihr Grundflächenradius über dreimal so lang ist als ihre Höhe. Den Eindruck einer derartigen Abplattung vermögen jedoch die intermediären Objekte nicht hervorzurufen, wie schon früher mehrfach erörtert worden ist. Auch BOURDON bestreitet die angebliche Wirkung der vermehrten Fixationspunkte. Was den von WUNDT für entscheidend gehaltenen Einfluß der Blickbewegung auf die Größe der Gestirne betrifft, so sind die behaupteten, der Blickrichtung zugeschriebenen Erscheinungen viel zu wenig erwiesen, als daß diese selbst wieder als Beweis zu dienen vermöchten. Ich sehe mich veranlaßt, unten noch einmal auf die Blickrichtung zurückzukommen und dabei auch kurz den schon früher ausführlich besprochenen Spiegelversuch zu berühren.

F. DREYER¹ endlich legt dem Sehen an sich eine sphärische Natur bei und erkennt es vorzüglich in diesem unseren sphärischen Sehen begründet, daß der Himmel um uns herum sphärisch aussieht. Das Gewölbe sei breiter als hoch, da, durch die Landschaft bedingt, die horizontale Ausdehnung als recht beträchtlich beurteilt, die Höhe des Himmels aber wegen des Fehlens einer Nötigung nicht soweit verlegt werde. Sonne und Mond erschienen am Horizont größer, weil sie für weiter entfernt geschätzt werden

¹ FRIEDRICH DREYER: Studien zu Methodenlehre und Erkenntniskritik. 1903. II. Bd., S. 187, 192 u. 46

II. Beobachtung und Theorie.

Ein neues Verfahren, die Abflachung des Himmelsgewölbes ihrer Größe nach zu bestimmen, hat BOURDON¹ eingeschlagen, indem er die Sehwinkel gleich breit aussehender Wolkenstreifen und ihre Höhen über dem Horizont gemessen hat. Seine mitgeteilten sechsundsechzig Beobachtungen sind nach den Höhen über dem Horizont geordnet, während die Sehwinkel sämtlich auf ein und dieselbe scheinbare Breite reduziert sind. Um das Resultat seiner Schätzungen mit meinem Ergebnis vergleichbar zu machen, gedachte ich zunächst die Beobachtungen innerhalb zehn oder funfzehn Grade breiter Zonen in Mittelwerten zu vereinigen. Da jedoch die Mehrzahl der Messungen sich auf die Höhen von 0° bis 10° erstreckt, die Minderzahl aber sich sehr ungleich über den übrigen Himmel verteilt, und da, wie es bei derartigen Beobachtungen nicht anders sein kann, die Sehwinkel bei geringer Höhendifferenz doch öfters bedeutend voneinander abweichen, so erschien es mir ausreichend, die erste sowie die letzte Hälfte derselben zusammenzufassen. Die so erhaltenen zwei Mittelwerte besagen, daß ein Wolkenstreifen in 4° 10',9 Höhe über dem Horizont bei einem Sehwinkel von 42',5 gleich breit erscheint wie ein solcher in 30° 9',0 Höhe bei einem Sehwinkel von 1° 21',3. Faßt man das Verhältnis $42,5:81,3 = 1:1,913$ als das reziproke Verhältnis der Abstände der Himmelsfläche in den Höhen von 4° 10',9 und 30° 9',0 vom Auge auf, so erkennen wir unter Benutzung meiner früher berechneten Tabelle², daß die BOURDONSchen Beobachtungen einer Himmelsmitte von 21°,4 Höhe entsprechen, für welche der Abstand des Auges vom Horizont 3,7mal größer ist als vom Zenit. Das sind Zahlen, welche mit meinen Resultaten — 21°,2 und 3,7, bei Bewölkung 6 — völlig harmonisieren.

Unter den Naturerscheinungen, welche sich auf die Himmelsfläche projizieren und dadurch eine Abänderung ihrer wahren Gestalt erleiden, nennt SMITH auch die Dämmerungsstrahlen. In den Jahren 1887 und 1889 hatte ich das Glück, ein bei uns sehr seltenes Phänomen zweimal zu beobachten, nämlich Dämmerungs-

¹ A. a. O. S. 411.

² E. REIMANN: Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes. Progr. d. Königl. Gymnasiums zu Hirschberg. 1890. S. 4.

strahlen¹, welche von der hinter Wolken tief im Westen stehenden Sonne aus sich über den ganzen Himmel hinweg bis zum Horizont im Osten erstreckten und dem Auge als Bogen erschienen, in welchen das Himmelsgewölbe durch Ebenen geschnitten wurde, die in beiden Fällen unter großen Neigungswinkeln gegen den Horizont durch die Sonne und das Auge gingen. Mit der Bestimmung der Gestalt des Himmelsgewölbes beschäftigt, bedauerte ich damals lebhaft die Seltenheit der Erscheinung, da ein durch das Zenit gehender Strahl den zu halbierenden Bogen direkt sichtbar darstellen und der Gedankenarbeit, sich denselben erst im Geiste zu konstruieren, vorzustellen und festzuhalten, überheben würde, so daß die ganze Aufmerksamkeit der deshalb um so genaueren Schätzung der Mitte gewidmet werden könnte. Andererseits verhehlte ich mir nicht, daß eine solche Benutzung nur zulässig wäre, wenn, wie in den beobachteten Fällen, der Strahl in der Region hoher Wolken die Atmosphäre durchschneite und sich vollständig der Himmelsform anschmiegte, während sonst falsche Resultate entstehen müßten. Denn es war mir klar, daß ein horizontal dicht über meinem Kopfe hinweggehender Strahl dem Auge seine Geradlinigkeit offenbaren würde. Dachte ich mir nun einen solchen Strahl sich selbst parallel höher und höher aufsteigen, so bedurfte es keiner großen Überlegung, um vorauszusehen, daß er nicht plötzlich und unvermittelt aus einer geraden Linie in die Form eines Bogens des Himmelsgewölbes übergehen, sondern allmählich diesen Übergang vollführen, dem Auge eine Reihe von Mittelformen bieten und sogar bis zu einer gewissen Höhe in seiner Gestalt variieren würde, je nachdem er sich, sei es ganz sei es streckenweise auf den Himmel projizierte oder nicht, was von äußeren Umständen oder dem Bestreben und der Stimmung des Beobachters bedingt sein könnte. Ich sagte mir ferner, daß sich jedenfalls solche Zwischenformen zeigen würden, wenn man nachts von einem Berge hinab oder zu ihm hinaufstiege, während vom Gipfel aus in passender Weise ein starker Strahl elektrischen Lichtes über das Tal hinweg geworfen würde, wobei sich auch der eventuelle Einfluß einer verschiedenen Neigung des Strahles gegen den Horizont, seiner etwaigen Bewegung, des bewölkten oder klaren Himmels, einer größeren oder geringeren herrschenden Dunkel-

¹ Meteorologische Zeitschrift. 1887 S. 335 und 1891 S. 399.

heit usw. erweisen müßte. Da sich mir die Gelegenheit zu einem derartigen Experiment bisher nicht geboten hatte, so waren mir die von Herrn F. BERNSTEIN¹ an den Strahlen des neuen auf dem Oberlande von Helgoland erbauten Leuchtturms gemachten Beobachtungen, die meinen Erwartungen vollständig entsprechen, sehr interessant. Dafs es aber die einzig richtige Methode sei, von dem Strahl als eindimensionalem Gebilde zu der Himmelsfläche als zweidimensionalem überzugehen, ist eine überraschende Behauptung. Wenigstens hätte man dann nicht in seiner hierdurch erweckten Hoffnung, nun auch wirklich über den von der Gestalt des Himmels unabhängigen Urgrund der Krümmung des Strahles aufgeklärt zu werden, eine Enttäuschung erfahren sollen.

Da auch WUNDT der Blickrichtung eine so bedeutende Rolle zuschreibt, so erlaube ich mir hier noch einmal zu bemerken, dafs sie nach meinen Erfahrungen keinen wahrnehmbaren Einfluß weder auf die Gestalt des Himmels noch auf die Gröfse der Gestirne ausübt. Mond und Sterne behalten ihre Gröfse und der Himmel stets dasselbe Aussehen, ob ich stehend oder liegend beobachte und dabei das Auge von unten nach oben oder von oben nach unten schweifen lasse, oder ob ich mit umgekehrtem Kopfe zwischen den Beinen hindurch sehe. In letzterer Stellung habe ich auch noch unlängst wiederholt von Anhöhen aus die Gegend betrachtet und niemals auch nur die geringste Änderung des Landschaftsbildes wahrgenommen. Es ist ja immerhin möglich, dafs manchen Personen bei einer Körperhaltung, in welcher wir für gewöhnlich nicht zu beobachten pflegen, Veränderungen vorzugehen scheinen. Indessen sind es dann einfach Täuschungen², welche nichts beweisen. Man ist

¹ FELIX BERNSTEIN: Das Leuchtturmphänomen und die scheinbare Form des Himmelsgewölbes. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 34.

² Auffallend ist es, dafs solche Täuschungen bei nicht aufrechter Körperstellung in verschiedener, ja sogar entgegengesetzter Weise auftreten. Weil junge Leute, die nicht wissen, um was es sich handelt, am unbefangenen beobachten, ersuchte ich 22 ältere Schüler sich unabhängig voneinander genau die Gestalt des heiteren Himmels anzusehen, dies in liegender Stellung zu wiederholen und mir, jeder einzeln, zu notieren, ob und wie sich seine Form geändert habe. Einer von ihnen war in seinen Angaben unklar, zehn hatten keine Veränderungen bemerkt, während den übrigen in der Rückenlage der Himmel noch ein wenig flacher erschienen ist. Alle aber versicherten, als ich ihnen darauf mitteilte, welche Gestalt-

gewöhnt, fünf oder sechs Fuß vom Auge entfernt, festen Boden unter den Füßen zu haben. Stellt sich nun jemand auf den Kopf und streckt die Beine in die Luft oder hängt sich im Kniegelenk an eine Reckstange, so ist es ganz glaublich, auch wenn man jede pathologische Erscheinung in dieser unnatürlichen Lage ausgeschlossen annimmt, daß der Blick fußwärts sich ins Bodenlose zu verlieren meint und den Himmel vertiefter sieht. Tritt doch schon eine ähnliche Täuschung ein, wenn man aufrecht fußwärts in einer Wasserlache wie in einem unermesslichen Abgrunde den gespiegelten Himmel erblickt.

Bei dem bekannten, auch von WUNDT noch im Sinne der Blicktheorie ausgelegten Spiegelversuch erscheint der aus der Höhe an den Horizont hinabreflektierte Mond durchaus nicht vergrößert, obgleich er nun in horizontaler Richtung erblickt wird, wenn man sein reflektiertes Bild nebst den ihn umgebenden hellen Himmelsabschnitt und den durch die Glastafel direkt gesehenen dunklen Horizontteil des Nachthimmels übereinander und durcheinander sieht. Die Vergrößerung tritt nur dann ein, wenn die Projektion auf den Himmel am Horizont wirklich gelingt und so die Täuschung einer größeren Entfernung hervorgerufen wird. Ebenso ist es in dem umgekehrten Falle, wenn der aufgehende Mond nach dem Zenit gespiegelt wird. Er erscheint auch jetzt nur in dem Falle verkleinert, sowie durch eine gelungene Projektion eine geringere Entfernung vorgetäuscht wird.¹

Änderungen man beobachtet haben will (O. ZOTH: Über den Einfluß der Blickrichtung auf die scheinbare GröÙe der Gestirne etc. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 78. 1899), davon keine Spur wahrgenommen zu haben. Desgleichen sahen neun von zwölf Primanern die Landschaft, den Horizont und die untergehende Sonne zwischen den Beinen hindurch nicht anders als bei gewöhnlicher Haltung, indessen den drei übrigen alles plastisch vertiefter und um ein geringes kleiner vorkam. Den Betrag, um welchen die Objekte niedriger erschienen, vermochten sie nicht zahlenmäÙig anzugeben, die Verkleinerung sei eine nur eben noch merkliche gewesen. Auf meine Mitteilung, daß andere unter diesen Umständen die Landschaft als ein plattes Gemälde auf senkrechter Fläche zu sehen vermeinen (H. v. HELMHOLTZ: *Handb. d. physiol. Optik*, 2. Aufl., S. 607), erklärten sie erstaunt, sie hätten das Experiment, um sich zu vergewissern, häufig ausgeführt und müßten mit aller Bestimmtheit dabei bleiben, daß alles plastischer als in aufrechter Stellung aussehe.

¹ FILEHNE: Die Form des Himmelsgewölbes. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 59. 1894.

Nachdem der von GAUSS an BESSEL gerichtete Brief¹ vom 9. April 1830 allgemeiner bekannt geworden ist, pflegen die Anhänger der Blicktheorie die Autorität des großen Mathematikers und Physikers für ihre Ansicht in die Wagschale zu werfen. Es scheint mir daher angebracht, den Inhalt jenes Briefes noch etwas eingehender zu beleuchten und uns klar zu machen, wie GAUSS überhaupt zu seiner Idee gelangen konnte. Wenige Jahre vorher war das epochemachende Werk von JOHANNES MÜLLER „Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes der Menschen und der Tiere“ erschienen, welches geeignet ist uns Aufschluß zu geben. In dem Vorwort wird diejenige Periode, „in welcher sich vorzugsweise Optiker und Mathematiker mit dem Sehen beschäftigten“, und welche er als die Physikalische bezeichnet, als überwunden erklärt und eine neue Ära, die Physiologische, proklamiert, die von GOETHE, HIMLY — dem Kollegen von GAUSS an der Göttinger Universität —, TROXLER, STEINBUCH und PURKINJE eingeleitet sei. Der Einsicht, daß damit nicht genug getan sei, nur die physikalischen Bedingungen des Sehens in Betracht zu ziehen, vermag sich nun auch GAUSS nicht zu verschließen. Schreibt er doch, es komme ihm jetzt so vor, „als ob das Physiologische bei manchen optischen Phänomenen eine wichtigere Rolle spiele, als man sonst wohl gedacht hat“. Er stellt daher das Physiologische dem Physikalischen gegenüber und schließt nun, da der Sehwinkel des Physikers nicht die scheinbare GröÙe des aufgehenden Mondes zu erklären vermag, so muß etwas Physiologisches im Spiele sein. Jedoch verläßt ihn auch auf der Suche nach diesem Physiologischen nicht seine rein mathematische Denkweise. Tut es nicht der Sehwinkel, dem es physikalisch zufiele, so kann es physiologisch nur die Richtung sein. Andere Ursachen kommen für den Mathematiker GAUSS gar nicht in Betracht. Die gewöhnlichen Erklärungen haben ihn, wie er schreibt, niemals befriedigt! Sie sind ihm sämtlich zu unmathematisch und nur „bei Personen entscheidend, welche die MondgröÙe nach Teller- oder Wagenräderbreiten schätzen, aber nicht bei Astronomen, die nur gewohnt sind, Winkel (sic!) zu sehen“. Da andere Ursachen ihm nicht begreiflich sind, wird er von seiner Idee, die Richtung sei der physiologische Grund der Erscheinung, so beherrscht, daß er durch eine ein-

¹ *Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 30, S. 33. 1902.
Zeitschrift für Psychologie 37.

fache Änderung seiner Körperhaltung gegen die Sehrichtung Änderungen der scheinbaren Grösse des Mondes erzielt zu haben glaubt. Indessen ist der wahrheitsliebende Forscher keineswegs von der absoluten Zuverlässigkeit seiner Wahrnehmungen überzeugt. Schwächt er doch das „viel“ grösser unmittelbar darauf in ein nur „merklich“ ab. Er fühlt, dass sie unter dem Einfluss seiner Erwägungen zustande gekommen sind. Er misstraut sich selbst und denkt, er könne sich doch getäuscht haben. Daher will er erst noch eine Reihe von Versuchen machen! Denn welchen Sinn hätte es sonst überhaupt noch, die Anstellung des Spiegelversuches und allerlei andere Experimente dringend zu empfehlen, wenn ihm, um einen Ausspruch von JOH. MÜLLER über Experimente zu gebrauchen, die einfache Beobachtung bereits beste und sicherste Gewähr gegeben hätte! Und dass der vorgeschlagene Spiegelversuch doch auch noch eine andere Deutung erfahren und anderes beweisen könnte, daran zu denken liegt ihm unter der Herrschaft seiner Idee völlig fern.

Erst durch STROOBANT, welcher GAUSS nicht erwähnt, hat die Theorie der Blickrichtung weitere Verbreitung, jedoch im Kreise seiner astronomischen Fachgenossen wenig Anerkennung gefunden. EGINITIS z. B. ignoriert ihn in seiner von mir zitierten Schrift völlig. War es bei GAUSS durch den Stand der Wissenschaft und seine mathematische Art zu denken und Probleme anzugreifen erklärlich, wie er zu seiner Idee gelangen konnte, so ist es bei STROOBANT entschuldbar, an derselben festgehalten zu haben. Denn seine Beobachtungen an den Funkenpaaren im dunklen Raume konnten ja in der Tat dazu verleiten, als Wirkungen der Blickrichtung aufgefasst zu werden. Er beging jedoch den Fehler, keine Kontrollversuche angestellt zu haben, ob diese wirklich das Bestimmende ist, bekannte aber trotz des grossen von ihm erhaltenen Zahlenwertes der Grösseveränderung, die er, wie gesagt, auf ihre Rechnung schreibt, dass sie zur Erklärung unseres Phänomens bei weitem nicht ausreiche. Noch weniger vorsichtig verfahren jedoch spätere Verfechter der Blicktheorie, welche alles erklärt zu haben vermeinen, wenn sie dasselbe oder vielleicht auch noch etwas mehr als GAUSS gesehen zu haben angeben und einfach seinen Spiegelversuch und die Experimente von STROOBANT wiederholen.

Dabei macht die Blickrichtung überhaupt nicht den Eindruck einer wirklichen Erklärung. Abgesehen davon, dass sie erst

selbst wieder eine solche verlangt, ist sie im Grunde eigentlich weiter nichts als eine bloße Umschreibung der Tatsache, daß die Himmelsfläche über unserem Haupte uns näher ist als geradeaus gesehen, und der damit verknüpften Erscheinungen. Alle anderen Zutaten, welche ihr den Charakter einer allgemeingültigen Theorie verleihen sollen, beruhen auf ungenügenden Beobachtungen oder fehlerhaften Deutungen, sofern es nicht Täuschungen oder zum Teil Selbsttäuschungen sind. Man hört auf dem Berge ein von unten heraufdringendes Geräusch besser als im Tale ein von oben herabkommendes. Wäre nun zufällig auch unser Gehörorgan beweglich und der Schallquelle zuzuwenden, so würde, wenn jemand zur Erklärung jener Erscheinung eine Theorie der Hörrichtung aufstellte, das ungefähr mit derselben Berechtigung geschehen.

Übrigens fängt man an, die angeblichen Wirkungen der Blickrichtung stark zu reduzieren. GUTTMANN¹ findet unter sonst gleichen Bedingungen gesehene Objekte bei um 40° erhobener Blickrichtung um noch nicht 4% kleiner als bei gerader Blickrichtung. BOURDON² vermag überhaupt keinen Unterschied der scheinbaren Grösse eines bei gleicher Entfernung in horizontaler Richtung und unter einer Elevation von 45° beobachteten Objektes zu konstatieren und bekundet seinen Gegensatz zu STROOBANT und ZOTH. Es scheint somit der Glaube an die Macht der Blickrichtung wieder im Verschwinden begriffen zu sein.

In mehreren mir bekannt gewordenen Artikeln, die sich mit meinen Anschauungen beschäftigen, haben sich diese unglaubliche Verunstaltungen und Mißverständnisse gefallen lassen müssen.³

¹ A. GUTTMANN: Blickrichtung und Größenschätzung. *Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 32.

² A. a. O. S. 418.

³ Auch in *dieser Zeitschrift*, weshalb ich davon Notiz nehme, sind meine Ansichten völlig entstellt wiedergegeben worden. In seinem oben erwähnten Artikel schiebt mir Herr BERNSTEIN unter, die Ursache der Schalenform des Himmels darin gefunden zu haben, daß die Atmosphäre in vertikaler Richtung weniger durchsichtig als in horizontaler sei (!). Man könne in jener Richtung nur 17–23 km, in dieser aber 60–80 km „weit sehen“ (!). „Daraus“ (!) hätte ich dann geschlossen, daß „entsprechend“ die Höhe des Himmelsgewölbes zu seinem horizontalen Radius sich wie 1:3½ verhalte! — Ich habe aus gewissen Erscheinungen gefolgert, daß die Himmelsfläche am Horizont etwa (nach meiner letzten Angabe) 50 km von uns absteht. Da aber meine Bestimmungen der Gestalt des scheinbaren

Ich fasse daher hier noch einmal meine Ansichten über das Phänomen der Himmelsfläche und der scheinbaren Grösse der Sonne und des Mondes am Horizont möglichst kurz zusammen.

Dafs wir eine Fläche, die Himmelsfläche, sehen, ist eine Wirkung der Atmosphäre. Es ist nach meinen mitgetheilten Versuchen und Erwägungen als ein allgemeines optisches Verhalten aller durchsichtigen Medien zu betrachten, dafs sie dem Auge den Anblick einer Fläche gewähren. Von dem Grade der Durchsichtigkeit, der Dicke, der Beleuchtung und der relativen Helligkeit des Hintergrundes hängt es ab, in welchem Abstände vom Auge innerhalb des Mediums die Fläche erscheint und ob sie heller oder dunkler ist. Die atmosphärische Luft macht von diesem allgemeinen Gesetz keine Ausnahme. Da in vertikaler Richtung bald die Luftschichten erreicht werden, welche als dunkel zu gelten haben, so ist im Zenit die Himmelsfläche näher und dunkler als am Horizont.

Da ferner die Himmelsfläche den Hintergrund für alle terrestrischen Objekte bildet, so dafs bereits die entfernteren an dieser Fläche erscheinen, der Abstand zwischen ihr und einem hellen hindurchscheinenden Gestirn aber erst recht nicht zur Wahrnehmung gelangt, so kann es nicht Wunder nehmen,

Himmelsgewölbes ein Verhältnis des horizontalen Radius zur Höhe von 3,5:1 ergeben haben, so mufs ihr Abstand im Zenit ca. 15 km betragen, was mit der Beschaffenheit der Atmosphäre nicht in Widerspruch steht! Das klingt doch wohl etwas anders! Übrigens soll mit dieser Richtigstellung keineswegs gesagt sein, dafs ich es für unmöglich ansehe, jenes Zahlenverhältnis aus den Eigenschaften der Atmosphäre theoretisch abzuleiten. Ich habe im Gegenteil diese Aufgabe stets für lösbar gehalten. Und in der Tat hat bereits bald nach Erscheinen meiner Abhandlung der Direktor der Münchener Sternwarte Herr Prof. v. SEELIGER die Liebesswürdigkeit gehabt, mir brieflich eine von ihm ausgeführte mathematische Entwicklung mitzuteilen. Bewertet man einen in der Endformel enthaltenen Faktor nach photographischen Versuchen, so ergibt dieselbe zwar für jenes Verhältnis einen etwas zu grossen Wert, der aber in das aus meinen Beobachtungen gefolgerte Resultat 3,5:1 übergeht, sowie jener Zahlenwert des Faktors nur wenig geändert wird, wozu ausreichende optische Gründe berechtigen

wenn wir auch die Gestirne an diese Fläche verlegen und als Teile, respektive Punkte derselben auffassen. Deshalb müssen sich die Scheiben der Sonne und des Mondes, die Sternbilder sowie alle anderen Objekte und Phänomene, welche wir auf die Himmelsfläche projizieren, dem perspektivischen Anblick derselben fügen. Dieser besteht aber eben darin, daß die scheinbaren Gröfsen ihrer unter gleichen Winkeln gesehenen Teile vom Zenit bis zum Horizont wachsen, da sie hier weiter von uns entfernt ist als dort.

(Eingegangen am 17. September 1904.)
