(Aus dem physiologischen Institute der Universität Graz.)

Ueber den Einfluss der Blickrichtung auf die scheinbare Grösse der Gestirne und die scheinbare Form des Himmelsgewölbes.

Von

Prof. **Oskar Zoth**, Assistenten am Institute.

(Mit 1 Textfigur.)

Die alte Frage nach der Ursache der verschiedenen scheinbaren Grösse der Sonne und des Mondes (sowie der Sternbilder) nahe dem Horizonte und nahe dem Zenith hat in der letzten Zeit wiederum in einem anregenden Meinungsaustausche im *Intermédiaire des Biologistes*¹⁾ über die verschiedene Auffassung der scheinbaren Grösse des Mondes mitgespielt, nachdem sie deutscherseits in eingehender und kritischer Weise zuletzt vor vier Jahren von W. Filehne²⁾ behandelt worden war, der die Frage im Zusammenhange mit der scheinbaren „Uhr-glas“-Form des Himmelsgewölbes erörtert hatte. Ich halte mich im Hinblick auf die ausführliche Darstellung Filehne's der Aufgabe überhoben, auf die ältere Literatur und die bisherigen Anschauungen über den Gegenstand einleitend besonders einzugehen. Die erwähnte Discussion hat in Bezug auf den Kern der Frage allerdings, wie mir scheint, auch keine wesentlichen neuen Gesichtspunkte ergeben. Auf die von W. v. Zehender neuestens publicirte³⁾ Zurückführung der Vorstellung von der abgeflachten Form des Himmelsgewölbes auf eine Art „Zwangsvorstellung“, die sich auf dem Wege

1) 1. Jahrg. 1898 S. 269, 392 (B. Bourdon), S. 351 (A. Guébbard), S. 352 (A. Loisele), S. 391 (R. T. Lewis).

2) Die Form des Himmelsgewölbes. Dieses Archiv Bd. 59 (1895), S. 279—308.

3) Die Form des Himmelsgewölbes und das Grösser-Erscheinen der Gestirne am Horizont. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane Bd. 20, 1899, S. 353.

der Tradition gebildet haben soll, und die Erklärung des Grösser-erscheinens von Mond, Sonne und Sternbildern am Horizonte aus dem Satze, dass „spitze Winkel, die in horizontaler Richtung sich öffnen, gewöhnlich zu klein, spitze Winkel, die in verticaler Richtung sich öffnen, gewöhnlich zu gross geschätzt werden“¹⁾, will ich nicht näher eingehen, sondern nur in der Anmerkung die auf das zweite Moment bezügliche Schlussfolgerung anführen²⁾. —

Helmholtz schreibt über „die berühmte Frage, warum der Mond nahe dem Horizonte grösser aussieht, als wenn er hoch am Himmel steht, trotzdem er wegen der atmosphärischen Strahlenbrechung im verticalen Durchmesser dort eigentlich kleiner aussehen sollte“: „Dass er am Horizonte grösser erscheint, weil er uns dort weiter entfernt erscheint, haben schon Ptolemäus und die arabischen Astronomen richtig gewusst. Die eigentliche Frage ist also, warum erscheint uns das Himmelsgewölbe am Horizonte entfernter als im Zenith“³⁾. Und er führt daranschliessend von den „vielen verschiedenen Motiven“, die dahin zusammenwirken, die von der Betrachtung des Wolkenhimmels abgeleitete, „doch immer sehr vage, unbestimmte und veränderliche Vorstellung von der flach kuppelförmigen Wölbung des Himmels“, weiters namentlich die Vergleichung mit irdischen Objecten und die Luftperspective am Horizonte ins Treffen.

Auch Filehne leitet die erstere Frage unmittelbar auf die zweite hinüber⁴⁾: „Ueberhaupt erscheinen am gestirnten Himmel die gleichen Winkelstücke dem Auge um so grösser, je grösser die Zenithdistanz eines betrachteten Sternpaares ist. Hiernach kann eigentlich kein Zweifel bestehen, dass die scheinbaren Grössenunterschiede von Mond und Sonne je nach ihrem Stande am Himmel nur Specialfälle eines für alle Bildobjecte des Himmels gültigen Gesetzes darstellen.“ — — „Wenn uns nun am Himmel alle Winkel

1) W. v. Zehender, Ueber geometrisch-optische Täuschung. Ebenda S. 92 f.

2) Zehender schliesst so (l. c. S. 356): Der Mond erscheint dem horizontalwärts blickenden Auge nach obigem Satze unter dem Gesichtswinkel von $1^\circ - \varepsilon$ anstatt 1° (soll wohl heissen $1/2^\circ$), mithin um den Gesichtswinkel ε zu gross; hoch am Himmel unter dem Gesichtswinkel von $1^\circ + \varepsilon$, mithin um den Gesichtswinkel ε zu klein.

3) Handbuch der physiologischen Optik, 2. Aufl. 1896, S. 774.

4) l. c. S. 279 u. 280.

um so kleiner erscheinen, je näher sie dem Zenithe, und um so grösser, je näher sie dem Horizonte, so versteht es sich von selbst, dass das Himmelsgewölbe, wenn wir es als ein Ganzes betrachten, uns nicht etwa als die Hälfte einer Kugel erscheinen kann, in deren Mitte wir uns befänden. Vielmehr erscheint es im Zenithe abgeflacht, „uhrglasförmig“. — — „Erscheint der Himmel im Zenith abgeflacht, so bedeutet dies, dass er im Zenith uns näher erscheint als am Horizonte.“ Hierauf fährt Filehne mit den obigen Worten Helmholtz's fort und gelangt zu demselben Schlusse: „Die Frage lautet also: Warum erscheint uns der Himmel im Horizonte weiter entfernt als im Zenith?“ Weiterhin entwickelt Filehne seine vornehmlich aus Versuchen mit verkehrter Kopfhaltung abgeleitete Theorie von der horizontal perspectivisch vertieften Anschauung des Himmels bei aufrechter Körperhaltung.

Ich glaube nun meinerseits in eine Erörterung der vier für unsere Frage unter verschiedenen Verhältnissen mehr oder minder in Betracht kommenden Momente, welche man bisher hauptsächlich in Erwägung gezogen hat, und die ich kurz als Abflachungs-, Vergleichungs-, Luftperspective- und Abtheilungs-Moment bezeichnen will, nach der ausführlichen Kritik Filehne's¹⁾ nicht mehr näher eingehen zu brauchen. Denn das meines Wissens bisher als solches nicht berücksichtigte Moment, das ich aus den nachstehend mitgetheilten einfachen Versuchen abzuleiten versuchen will, kann ohne Schwierigkeit und ungezwungen als für sich und unabhängig, ja ich möchte glauben vor den anderen bestehender Factor in Betracht gezogen werden. Dies schliesst nicht aus, dass sich vielleicht Beziehungen zu einem der anderen genannten Factoren ableiten lassen werden²⁾. —

Ich habe meine Versuche an der Sonne und am Monde, sowohl am Vollmonde, als auch an der Mondsichel angestellt. Es soll weiterhin hauptsächlich nur vom Monde die Rede sein: wo keine ausdrückliche Erwähnung geschieht, bezieht sich alles davon Gesagte ebenso auf den Vollmond und die Mondsichel, wie auf die Sonne. Die Beobachtung des Mondes ist bequemer und angenehmer für unsere Zwecke, namentlich wegen der geringeren Leuchtkraft und wegen der in unseren Gegenden besseren Auffälligkeit des Grössenunterschiedes in verschiedener Höhe. Die Beobachtungen wurden

1) l. c. S. 281 f.

2) Vgl. S. 377 f.

meistens monocular ausgeführt, wobei das zweite Auge am besten verbunden, nicht zugekniffen wird; bei den Versuchen, wo die binoculare Beobachtung anstellbar war, haben sich keine wesentlichen Abweichungen ergeben. Das von mir mit Vorliebe benützte linke Auge hat eine Refraction von $-1,0$ D und wurde sowohl corrigirt als uncorrigirt in Verwendung gezogen. Bei einer Anzahl der Versuche ist eine gewisse Einübung erforderlich, während andere gleich bei der ersten Probe gut ausfallen. Sehr wahrscheinlich werden sich in der subjectiven Auffassung der einzelnen Beobachtungen individuelle Verschiedenheiten ergeben, die möglicherweise auch von anderen Umständen als den Verschiedenheiten der Refraction und der etwa verwendeten corrigirenden Gläser abhängen werden. —

Grundversuch. Betrachtet man aufrecht stehend und mit gerade gehaltenem, weder vor- noch rück-¹⁾, noch seitwärts geneigtem Kopfe den Mond in verschiedener Höhe über dem Horizonte durch berusste Glasplatten oder ein Paar über einander gelegte verschiedenfarbige Gläser, die gerade noch gut die hell leuchtende Scheibe, jedoch nichts mehr von deren Umgebung erkennen lassen, so besteht die Täuschung über die Grössen-Verhältnisse ohne deutliche Aenderung wie bei unmittelbarer Beobachtung am Firmamente fort: der tief stehende Mond erscheint gross, der hoch stehende klein, beide vielleicht etwas kleiner als bei unmittelbarer Beobachtung. Es ist dabei anscheinend gleichgültig, in welcher Farbe der Mond durch die Farbglasplatten erscheint, und ob man ihn vorher mit unbewaffnetem Auge betrachtet hat oder nicht. Ueber die scheinbare Entfernung lässt sich bei dieser Art der Betrachtung kein annähernd sicheres Urtheil abgeben: man kann durchaus nicht sagen, dass das kleine Bild des hochstehenden Mondes näher, das grosse des tiefstehenden weiter projecirt wird, oder umgekehrt. Bei diesem Versuche waren also folgende einfachen Bedingungen hergestellt: eine kreisrunde, schwach leuchtende farbige Scheibe von etwas über 30 Minuten Durchmesser, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung keine Anhaltspunkte vorliegen, kommt auf völlig dunkel erscheinendem Hintergrunde zur Beobachtung. Vom Horizonte und vom Himmelsgewölbe ist nichts zu

1) Bei sehr hoch stehenden Monde kann der Kopf ein wenig hintenüber geneigt werden, wenn die Excursion des Bulbus nach oben nicht mehr zur Fixation ausreicht.

sehen. Das Bild der Scheibe wird in unbestimmte Entfernung projectirt; es wird jedoch gegen den Horizont zu wesentlich grösser, gegen das Zenith wesentlich kleiner aufgefasst, ganz ähnlich wie bei Beobachtung des Mondes am Firmamente.

Aus dem Umstande, dass in unserem Versuche die einzige veränderte Bedingung bei den zwei Beobachtungen des hoch- und des tiefstehenden Mondes die verschiedene Blickrichtung ist, kann ich zunächst nur den einzigen Schluss ziehen, dass diese die Ursache der verschiedenen scheinbaren Grösse der beiden Bilder ist, oder etwas genauer ausgedrückt: der hochstehende Mond erscheint kleiner, weil er mit erhobener, der tiefstehende grösser, weil er mit annähernd horizontaler oder gerader¹⁾ Blickrichtung gesehen wird. Und wenn es erlaubt ist, diesen Satz schon jetzt allgemein zu fassen, so würde er folgendermaassen lauten: Objecte, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung keine Anhaltspunkte vorliegen²⁾, erscheinen bei erhobener Blickrichtung kleiner als bei horizontaler oder gerader.

Wenn unser aus dem Grundversuche abgeleiteter Schluss richtig ist, dann muss unter sonst gleichen Versuchsbedingungen offenbar der tiefstehende Mond kleiner erscheinen, wenn er mit erhobener, als wenn er mit annähernd horizontaler oder gerader Blickrichtung betrachtet wird, und ebenso der hochstehende Mond grösser, wenn er mit horizontaler oder gerader, als wenn er mit erhobener Blickrichtung betrachtet wird. Dies lässt sich nun auf verschiedene Weise, sowohl ohne weitere Hilfsmittel, als auch mit Zuhülfenahme von Spiegeln und Prismen bewerkstelligen. Die meisten dieser Versuche gelingen auch schon mehr oder minder vollkommen ohne Abdeckung des Firmamentes (durch die Farbscheiben).

Die einfachste Art, den aufgehenden Vollmond mit erhobener

1) Als „gerade“ soll die Blickrichtung in der Ruhe- oder Ausgangsstellung des Auges, also senkrecht zur Frontalebene des Kopfes bezeichnet werden, ganz unabhängig davon, ob diese Richtung mit der Horizontalen im Raume zusammenfällt oder nicht. Als erhobene Blickrichtung wird die, hauptsächlich durch die Wirkung des M. rect. sup. (und obl. inf.) zu Stande kommende, Blickrichtung stirnwärts, als gesenkte die, hauptsächlich durch die Wirkung des M. rect. inf. (und obl. sup.) zu Stande kommende, Blickrichtung fusswärts bezeichnet, ganz unabhängig von deren Richtungen gegen die Horizontale und Verticale im Raume.

2) Ein solches Object stellt die leuchtende Scheibe auf dem dunklen Hintergrunde in unseren Versuchen dar.

Blickrichtung zu betrachten, besteht darin, dass man die Beobachtung aufrecht stehend mit stark vorgeneigtem Kopf anstellt; oder man legt sich, den Kopf dem Monde zugewendet, auf einer horizontalen Unterlage platt auf den Bauch oder ebenso auf den Rücken und sucht die leuchtende Scheibe auf, ohne den Kopf mehr als gerade notwendig nach rückwärts oder nach vorwärts zu neigen. In allen drei Fällen ist dann der Blick stark stirnwärts gewendet (erhobene Blickrichtung, doch annähernd horizontal): der aufgehende Mond erscheint merklich kleiner, sowohl mit als auch ohne Abblendung des Firmamentes. Bei Wiederherstellung der geraden Blickrichtung, die sich sehr leicht und schnell in ganz normaler Weise beim aufrechten Stande, aber auch in der Bauch- oder Rückenlage wenigstens annähernd durch starkes Hintenüberbeugen des Kopfes erzielen lässt, erscheint das Bild sogleich wieder grösser, und die Erscheinung wird beim raschen Wechsel beider Blickrichtungen um so deutlicher.

Bei allen derartigen Versuchen fällt mehr oder minder eine Abhängigkeit der Stärke der Täuschung von der Zeitdauer der Betrachtung auf; jene wächst nämlich im allgemeinen innerhalb gewisser Grenzen mit dieser: je länger man den scheinbar grösseren Mond bei gerader Blickrichtung ansieht, desto grösser erscheint er, und je länger man den scheinbar kleineren Mond bei erhobener Blickrichtung ansieht, desto kleiner erscheint er. Doch wird in beiden Richtungen eine gewisse, nicht zu weite Grenze (bei noch länger fortgesetzter Betrachtung nicht überschritten. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte in entgegengesetzten Richtungen zu suchen sein. Bei stark erhobenem Blicke tritt bald das Gefühl bedeutender Anstrengung der mitbetheiligten Augenmuskeln ein, das sich fortwährend steigert; bei gerader Blickrichtung wird anfangs für die Neueinstellung des Auges vielleicht noch eine gewisse antagonistische Spannung in den Augenmuskeln vorhanden sein, namentlich bei geneigtem Kopfe, und wenn noch geringe Uebung vorhanden ist, welche Spannung jedoch beim Beharren in der neuen Gleichgewichtslage auf das gerade noch nothwendige Minimum zurückgehen wird. Wir werden hierauf noch zum Schlusse zurückkommen¹⁾. Es scheint mir auch, dass die Verkleinerung beim Betrachten des tief stehenden Mondes oder der Sonne mit erhobenem Blicke desto deutlicher und

1) S. 398.

stärker ausfällt, je grösser sich bei geradem Blicke das auf- oder untergehende Gestirn von vornherein darbietet.

In ähnlicher Weise, wie der tiefstehende Mond mit erhobener, lässt sich der hochstehende mit gerader (nicht horizontaler) Blickrichtung zur Beobachtung bringen: man setzt sich auf den Boden und lehnt Rücken und Hinterhaupt gegen ein schiefes Brett, dessen Neigung gegen die Verticale ungefähr der Höhe des Mondes entspricht, oder man benutzt hiezu — in fashionablerer Weise — einen Lehnstuhl mit verstellbarer Rücklehne oder einen Schaukelstuhl, den man in der entsprechenden Lage feststellt. Gerade bei diesem Versuche ist es von grossem Werthe, wenn man nach Einnahme der entsprechenden Körperlage, bei welcher also das Auge in Primärstellung (zum Kopfe, nicht zur Horizontalen) gerade auf den Mond gerichtet ist, einige Zeit verweilt¹⁾ und dann erst die Beobachtung aufnimmt: der hochstehende Mond erscheint merklich grösser als bei Betrachtung mit erhobener Blickrichtung, sowohl mit als auch ohne Abblendung des Firmamentes. Von dem Unterschiede kann man sich namentlich beim raschen Wiederaufrichten in die Verticale mit unveränderter Kopfhaltung und fortdauernder Fixation, wobei also die gerade Blickrichtung unmittelbar in die erhobene übergehen muss, leicht überzeugen. Recht gut und ohne weitere Hilfsmittel gelingt es auch, in derselben Höhe über dem Horizonte die Sonne einmal grösser, einmal kleiner zu sehen, wenn sie bei mittelstarkem Nebel etwa 30 bis 40° über dem Horizonte eben als matt leuchtende Scheibe durchscheint. Fixirt man sie unter solchen Verhältnissen ununterbrochen, während der Kopf abwechselnd einmal rasch vor-, dann wieder zurückgeneigt wird, so erscheint die Scheibe das eine Mal deutlich kleiner, das andere Mal deutlich grösser: beim Vorneigen des Kopfes wird sie mit erhobenem, beim Rückneigen mit annähernd geradem Blicke gesehen.

In den angeführten Versuchen mit veränderter Blickrichtung, nach welchen die Täuschung über das Grössenverhältniss des hoch- und des tiefstehenden Mondes wesentlich zurückgeht, um nicht zu sagen verschwindet, wenn man den hochstehenden Mond mit gerader und den tiefstehenden mit erhobener Blickrichtung betrachtet, scheint mir nicht nur eine Bestätigung meiner Schlussfolgerung aus dem Grundversuche, sondern auch ein Beweis dafür zu liegen, dass nicht

1) 1—3 Minuten, je länger, desto besser. Vgl. oben und S. 399.

die horizontale, sondern die gerade Blickrichtung das ausschlaggebende dabei ist. —

Auch die von Filehne angeführte¹⁾ Hering'sche Nachbildmethode kann zur Prüfung unserer Schlussfolgerung herbeigezogen werden. Bei dieser Methode wird mit dem Nachbilde der Abendsonne im Auge auf eine beliebige andere Stelle des Himmels geblickt: das Nachbild erscheint gross nahe dem Horizont, klein nahe dem Zenith, „ebenso wie die Sonne selbst in der Nähe des Zenithes kleiner erscheint als am Horizonte“. Ich habe solche Nachbildversuche wiederholt, indem ich mir unter Zuhilfenahme farbiger Scheiben negative Nachbilder der tief oder hoch stehenden Sonne oder des positiven Kraters einer Gleichstrom-Bogenlampe erzeugte und sie in der Richtung gegen verschieden hohe Punkte des Firmamentes oder eine entfernte Wand oder das dunkle Dach eines etwa 60 m entfernten gegenüberstehenden Hauses projecirte. Ich muss gestehen, dass es mir niemals, am allerwenigsten aber am Firmamente gelingt, das Nachbild an den betreffenden Hintergrund zu projeciren, sondern immer scheint mir dasselbe vor dem Hintergrunde im Raume zu schweben. Doch ist die Täuschung über die Grösse sehr deutlich, das gegen das Zenith projecirte Nachbild erscheint klein, das gegen den Horizont zu projecirte grösser; über die scheinbare Entfernung lässt sich nur sagen, dass sie desto grösser geschätzt wird, je weiter der Hintergrund entfernt ist, vor welchen das Bild projecirt wird. Ich möchte nicht sicher sagen, dass das grosse Nachbild näher, das kleinere weiter projecirt wird, oder umgekehrt.

Es liegt nun nahe, in der gleichen Weise, wie früher den hoch- und tiefstehenden Mond, das hoch projecirte Nachbild mit gerader, das nahe dem Horizonte projecirte mit erhobener Blickrichtung zur Darstellung zu bringen. Dies gelingt am besten bei raschem Wechsel der zwei Blickrichtungen unter Zuhilfenahme begrenzter Fixationsobjecte (z. B. einer weissen Wolke am Firmamente). Jedoch bedarf es hiezu einiger Uebung, da anfangs namentlich die horizontale erhobene Blickrichtung (bei aufrechtem Stande mit vorgeneigtem Kopfe) leicht versagt und das Nachbild entflieht. Wenn der Versuch jedoch klappt, erscheint das Bild an einer und derselben Stelle, sei es nahe dem Horizonte, sei es nahe dem Zenith, einmal gross, bei gerader Blickrichtung, dann klein, bei erhobener Blickrichtung,

1) l. c. S. 293.

gleichviel ob als Hintergrund das Himmelsgewölbe oder die Wand oder das Dach gewählt worden ist und gleichviel, ob das Nachbild von der Sonne oder dem elektrischen Lichtbogen herrührt.

Es wäre wünschenswerth, diese Versuche derart abzuändern, dass ähnlich wie bei unserer erstbeschriebenen Anordnung der Hintergrund ganz abgeblendet, beziehungsweise das Nachbild auf dunklen Hintergrund von unbestimmter Entfernung projectirt würde. Dies ist nun freilich in sehr einfacher Weise durch Schliessen und Bedecken der Augen zu erreichen: man kommt jedoch dabei zu keinen einigermaassen sicheren Ergebnissen, einmal, weil die Nachbilder dann sehr nahe, von mir scheinbar auf 30—40 cm Entfernung vor dem Auge, und dem entsprechend klein projectirt werden, und weiters, weil es — mir wenigstens — ausserordentlich schwierig ist, bei geschlossenen Augen, ohne äusseres Fixationsobject, die erhobene Blickrichtung herzustellen. Aehnliches gilt für die Projection der Nachbilder auf den weisslich-gelben bis gelb-röthlichen Hintergrund des einfach geschlossenen, unbedeckten und beleuchteten Lides. — Ich glaube immerhin auch in den Nachbildversuchen eine gute Bestätigung meiner Ansicht zu finden, namentlich in denjenigen, die die verschiedene Grösse des Nachbildes vor derselben Stelle des Himmels oder der Wand bei verschiedenen Blickrichtungen gezeigt haben. —

Einen Versuch, den hochstehenden Mond durch Spiegelung an den Horizont mit annähernd horizontaler und gerader Blickrichtung zu betrachten, hat Helmholtz angestellt, freilich, ohne auf die Blickrichtung als solche dabei Gewicht zu legen und ohne zu einem sicheren positiven Ergebnisse zu gelangen: „Wenn man mittels einer planparallelen Glastafel ein Reflexbild des Mondes entwirft, welches scheinbar nahe am Horizonte gelegen ist, so finde ich nicht, dass dasselbe entschieden grösser aussieht, als der direct gesehene Mond oben am Himmel.“ Helmholtz meint, es fehle „dem Spiegelbilde das Aussehen, als sei es durch den dunstigen Theil der Athmosphäre gesehen“, „bei recht klarem Himmel sei die Täuschung (bei gewöhnlicher Beobachtung) auch für den Mond (am Horizonte) nicht gerade sehr evident“ und sie hänge „immer in sehr hohem Grade vom Zustande der Athmosphäre ab“¹⁾. Filehne machte bereits darauf aufmerksam²⁾, dass bei solchen Versuchen erstens die un-

1) l. c. S. 776.

2) l. c. S. 291 f.

willkürliche Accommodation beim Blicke durch das nahe dem Auge befindliche Spiegelglas und zweitens die Projection des lichtstarken Spiegelbildes an den lichtschwachen Horizont Schwierigkeiten bereiten. Er entgeht diesen in zweckmässiger Weise durch den Kunstgriff, das (passend abgeschwächte) Reflexbild plötzlich und gleichsam unerwartet im Gesichtsfelde auftauchen zu lassen. „Das Resultat aller dieser Beobachtungen war, dass Sonne, Mond und alle Sterncombinationen, gleichviel, ob sie vom Horizonte in die Höhe oder von der Höhe an den Horizontthimmel gespiegelt werden, sofern die Projection wirklich und richtig gelingt, dieselbe scheinbare Grösse dort haben, welche sie haben würden, wenn sie dort wirklich stünden.“ —

Es war für mich von Werth, ähnliche Versuche mit Ablendung des Firmamentes durch Rauchgläser oder Farbglassätze anzustellen. Für schwächere Ablenkungen verwendete ich zunächst vor den Gläsern angebrachte, annähernd achromatische Combinationen von zwei bis acht Flint- und Crownglasprismen, die Ablenkungen von 5 zu 5 Graden bis zu 25° gestatteten, für stärkere Ablenkungen ein einfaches Flintglasprisma von 56°, das für die Sonne mit einem dunklen, nahezu monochromatischem rothen Satze aus drei rubinrothen und zwei smaragdgrünen Gläsern ganz gut verwendbar war, endlich für alle verschiedenen Ablenkungen einen kleinen, ebenen Stahlspiegel oder eine reflectirende Prismenfläche, die als Spiegel benutzt wurde. Man möchte nun zunächst wohl glauben, dass bei solchen Versuchen im Falle der Richtigkeit unserer Ansicht vom Einflusse der Blickrichtung wegen der von vornherein in Bezug auf die Entfernung unbestimmten Projection des Bildes¹⁾ der allein sichtbaren leuchtenden Scheibe die Täuschung bei der Ablenkung des gespiegelten oder gebrochenen Bildes in irgend einer beliebigen Richtung noch leichter gelingen müsse als in den Versuchen von Filehne. Dies ist jedoch keineswegs unter allen Umständen der Fall. Namentlich hier ist einige Uebung erforderlich, und nur zu leicht treten, wenn nicht besondere Vorsicht angewendet wird, Störungen ein, die mit der unrichtigen Projection in Zusammenhang stehen, auf welche schon Filehne aufmerksam gemacht hat.

Bei allen Versuchen, die ich anfangs in dieser Richtung an-

1) Vgl. S. 366.

stellte, war die Täuschung ohne weiteres und besonders stark bei der Projection vom Horizonte gegen das Zenith, jedoch nur sehr undeutlich und zweifelhaft bei der Projection vom Zenith gegen den Horizont bemerkbar. Im ersten Falle erschien das abgelenkte Bild unter allen Umständen ganz auffallend kleiner, im letzteren Falle fand ich — ich will mich der früher angeführten Worte Helmholtz's bedienen, die er bei Beschreibung seines analogen Spiegelungsversuches mit der planparallelen Platte gebraucht — „nicht, dass dasselbe entschieden grösser aussieht, als der direct gesehene Mond am Himmel“. Ich wähle gerade diese Worte deswegen, weil sie, wie Filehne richtig bemerkt, die Deutung zulassen, „dass das Mondbild doch um etwas grösser erschien als der Mond selbst“¹⁾: es schien mir auch oft so, doch konnte ich kein ganz sicheres Urtheil darüber gewinnen.

Ich glaube dieses merkwürdige Verhalten wie schon Filehne auf den Umstand zurückführen zu müssen, dass man beim Blicke in einen nahe dem Auge gehaltenen Spiegel den Mond überhaupt verkleinert sieht. Filehne leitet dies von der Gewohnheit, nur ganz nahe Dinge im Spiegel zu betrachten, und einer unwillkürlichen Accommodation beim Blicke in das spiegelnde Glas ab. Die scheinbare Verkleinerung der Bilder des Mondes oder auch entfernter irdischer Objecte tritt nicht nur bei der Betrachtung durch den Spiegel, sondern auch bei Verwendung nahe vor das Auge gehaltener Prismen ein; besonders deutlich wird sie, wenn man mit dem Prisma oder Spiegel das Object erst aufsucht. Es scheint mir übrigens, als ob selbst schon der vor das Auge gebrachte Farbglassatz eine geringe scheinbare Verkleinerung des durch ihn gesehenen Bildes hervorbringen würde²⁾. Filehne's oben erwähnter Erklärung der Verkleinerung beim Spiegelversuche — und die anderen angeführten Versuche dürften wohl unter denselben Gesichtspunkten zu beurtheilen sein — möchte ich mich nur mit einer gewissen Reserve anschliessen³⁾.

Bei unseren Ablenkungsversuchen wirken also, so viel wir erkennen können, drei Umstände zusammen: einmal der Einfluss des Farbglassatzes, unsicher, jedenfalls untergeordnet und in allen Ver-

1) l. c. S. 291.

2) Vgl. S. 366.

3) Siehe S. 400.

suchen in gleichem Sinne; er bewirkt geringe Verkleinerung der Bilder im Allgemeinen. Zweitens der von uns abgeleitete Einfluss der Blickrichtung; er ergibt grössere Bilder bei gerader, kleinere bei erhobener Blickrichtung. Drittens der Einfluss des nahe dem Auge gehaltenen Spiegels oder Prismas, besonders wenn damit das Object erst aufgesucht wird; er bewirkt Verkleinerung der Bilder. Die letztgenannten beiden Momente ergeben in ihrem Zusammenwirken die Erklärung für das oben erwähnte merkwürdige Verhalten bei Ablenkung des Bildes des aufgehenden Mondes nach oben und des hochstehenden Mondes gegen den Horizont. Im ersten Falle wirkt die erhobene Blickrichtung verkleinernd, die Benützung des Spiegels oder Prismas gleichfalls verkleinernd: das Ergebniss ist starke Verkleinerung des abgelenkten Bildes. Bei der Ablenkung des Bildes des hochstehenden Mondes gegen den Horizont wirkt die gerade Blickrichtung vergrössernd, die Benützung des Spiegels oder Prismas verkleinernd: während also im ersten Falle eine Summirung der (verkleinernden) Wirkungen eintritt, subtrahiren sich diese im zweiten Falle, und es wird darauf ankommen, ob die eine oder die andere derselben mehr die Oberhand gewinnt. Hieraus ergibt sich die gewisse Unsicherheit bei der Projection an den Horizont, neben der sich die Neigung geltend macht, das abgelenkte Bild doch für etwas grösser zu halten, ein Verhältniss, das sprachlich wohl nicht besser zum Ausdrucke gebracht werden könnte, als durch die oben¹⁾ angeführten Worte Helmholtz's.

Wenn die gegebene Erklärung richtig ist, dann muss, wenn der namentlich beim Aufsuchen des Objectes hervortretende Einfluss des nahe vor dem Auge gehaltenen Spiegels oder Prismas so weit als möglich vermieden wird, der hochstehende Mond, nach abwärts projicirt, wieder gross, der tiefstehende, nach aufwärts projicirt, aber weniger klein erscheinen, als ohne Vermeidung jenes Einflusses. Der Zweck kann auf zwei verschiedenen Wegen erreicht werden: einmal, indem man, wie dies Filehne gethan hat²⁾, das Spiegelbild mit dem nahe dem Auge gehaltenen Spiegel nicht eigentlich sucht, sondern nur „gleichsam ganz unerwartet“ findet, und auf die andere Weise, indem man, wie ich dies versucht habe, die Entfernung des Spiegels vom Auge möglichst gross macht. Ich benützte hiezu eine kreis-

1) S. 373.

2) Vgl. S. 372.

runde unbelegte Spiegelglasplatte von 70 cm Durchmesser, die zunächst an einem frei im Garten stehenden Turngerüste in Augenhöhe derart aufgehängt war, dass sie aus beliebig grosser Entfernung mittels zweier frei hinlaufender Schnüre nach allen nothwendigen Richtungen geneigt und gewendet werden konnte. Der Beobachter stellt sich in einer Entfernung von 10—15 m gegenüber der Scheibe auf, den hochstehenden Mond im Rücken, und dirigirt die Schnüre, bis das Bild im Spiegel erscheint: die Täuschung ist nun auch für die Ablenkung an den Horizont wieder hergestellt, das Spiegelbild erscheint gross, wie der aufgehende Mond, ich möchte fast auch wie Filehne sagen „kolossal“, so überraschend ist der Eindruck. Die Beobachtung gelingt am Monde speciell auch ohne Farbgläser sehr gut. — Um das Bild des aufgehenden Mondes nach aufwärts zu projeciren, wurde die Spiegelplatte leicht beweglich an einem Balken aufgehängt, der aus einem Fenster des zweiten Stockwerkes 2 m hervorragte. Die Mitte der Scheibe befand sich etwa 12 m über Augenhöhe des zu ebener Erde stehenden Beobachters, der die Neigungen und Wendungen der Scheibe in entsprechendem Umfange mittelst dreier herabhängender Schnüre dirigiren konnte. Der Standpunkt wurde 3—6 m vom Fusspunkte des von der Spiegelmitte gefällten Lothes in der Richtung gegen den aufgehenden Mond gewählt, diesen wieder im Rücken. Man dirigirt die Schnüre, bis das Bild im Spiegel zum Vorschein kommt: es erscheint klein, doch allem Anscheine nach nicht so klein, als mit einem nahe dem Auge gehaltenen Spiegel. Die *erhobene* Blickrichtung muss dabei natürlich streng innegehalten, also der Kopf, wie bei dem Grundversuche¹⁾, so wenig als möglich hinten übergebengt werden.

Alle im Anschlusse an meinen Grundversuch mitgetheilten weiteren Versuche laufen darauf hinaus, den tief und den hoch stehenden Mond nicht, wie dies bei der gewöhnlichen alltäglichen Betrachtung geschieht, immer annähernd mit einer und derselben, sondern mit verschiedenen, beliebig abgeänderten Blickrichtungen zu beobachten und dabei eine allfällige Täuschung durch die scheinbare Form des Hintergrundes wie im Grundversuche möglichst auszuschliessen. Sowohl die Versuche mit veränderter Kopfhaltung und Körperlage, als auch die Nachbildmethode und die Versuche mit Prismen und Spiegeln scheinen mir, wenn man die bei

1) Vgl. S. 366.

einzelnen mitwirkenden Nebenumstände gebührend in Betracht zieht, in gutem Einklange mit der schon aus dem Grundversuche abgeleiteten Folgerung zu stehen, dass Objecte, oder noch allgemeiner ausgedrückt, Dimensionen, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung keine Anhaltspunkte vorliegen, bei erhobener Blickrichtung kleiner erscheinen als bei gerader¹⁾.

Darnach wäre also die relative scheinbare Grösse des hoch- und tiefstehenden Mondes oder der Sonne oder eines Sternbildes eine unmittelbare Function der Blickrichtung. Und ich möchte die Wirksamkeit dieses Momentes zunächst allgemein nur auf diese Relation beziehen, mit anderen Worten auf die Grössenverschiedenheit des hoch- und des tiefstehenden Gestirnes an sich und im Allgemeinen, das heisst also darauf, dass das niedrig stehende Gestirn im Allgemeinen grösser erscheint als das hoch stehende. Die absolute scheinbare Grösse des Mondes u. s. w. in einer und derselben Höhe, bei derselben Blickrichtung, wird daneben mehr oder minder von allen den verschiedenartigen Bedingungen beeinflusst werden können, die seit den ältesten Zeiten zur Erklärung der verschiedenen scheinbaren Grösse der Gestirne unter verschiedenen Verhältnissen herangezogen worden sind²⁾.

Ich glaube nach meinen eigenen sowie nach den Versuchen Filehne's die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass alle diese Bedingungen die in Frage stehende Täuschung in der Hauptsache nicht primär verursachen, sondern wesentlich nur secundär beeinflussen; und zwar scheint mir dies namentlich daraus hervorzugehen, dass diese Täuschung im Wesentlichen fortbesteht, wenn, so viel ich wenigstens übersehen kann, alle anderen Momente ausgeschaltet sind, während sie trotz Wirksamkeit eines oder mehrerer der anderen Momente meist sehr gering wird, ja verschwinden kann, sobald das Moment der Blickrichtung ausfällt. Es ist aber klar, dass in einem gegebenen Falle, bei einer bestimmten Stellung der Sonne oder des Mondes, das factische Ergebniss oder die absolute Grösse der Täuschung von dem Zusammenwirken meines relativen und der verschiedenartigen anderen Momente abhängen wird, welche letzteren die durch das erstere verursachte Täuschung einmal bedeutend ver-

1) Vgl. S. 367.

2) Vgl. S. 365, Filehne l. c. und Helmholtz l. c.

stärken, das andere Mal mehr oder minder stark abschwächen können. Ich meine also: mein Blickrichtungsmoment bedingt hauptsächlich den Grössenunterschied des Gestirnes in verschiedener Höhe, abgesehen von allen anderen Einflüssen, die anderen Momente bedingen den Grössenunterschied in derselben Höhe über dem Horizonte; sie kommen bekanntlich vorzugsweise beim tiefstehenden Gestirne mannigfach zur Geltung. —

Ich will nun noch eine vermutliche Beziehung meines Blickrichtungs-Momentes zu der zuletzt von Filehne in eingehender Weise behandelten Frage der scheinbaren Form des Himmelsgewölbes kurz erörtern. Es dünkt mich nämlich ziemlich naheliegend, die scheinbare Verkleinerung aller Dimensionen beim Uebergange aus der geraden in die erhobene Blickrichtung als eine Ursache dafür anzunehmen, „dass wir bei aufrechter Körperhaltung den Himmel . . . in horizontaler Richtung . . . perspectivisch vertieft“¹⁾ sehen, nicht als Folge davon. Eine solche Erklärung würde freilich in einem gewissen Gegensatze zu der „Plafondtheorie“ Filehne's stehen. Nach dieser wird bei aufrechter Körperhaltung in dem gleichen Maasse, wie der Boden weiter vertieft, d. h. in horizontaler Richtung verlängert wird, auch der Himmel als ein zur Horizontebene zugehöriger Plafond perspectivisch ausgearbeitet und in horizontaler Richtung weiter vertieft: die Himmelsdecke wird „in Beziehung auf den Fussboden“ perspectivisch gesehen. Filehne hat bereits zur Begründung seiner Anschauung Versuche angeführt, wie sie in ähnlicher Weise für den irdischen Horizont von Helmholtz und Hering angestellt worden waren, in denen das Himmelsgewölbe mit abwärts hängendem Kopfe betrachtet wurde: „Die Täuschung verschwand beinahe völlig; die Sternbilder u. s. w. am Horizont-himmel schrumpften in hohem Maasse zusammen; gleiche Winkel wurden gleich gross gesehen. Die Halbkugel war beim Umherblicken hergestellt“²⁾.

Betrachten wir diese Versuche mit Rücksicht auf die dabei eingehaltenen Blickrichtungen, so ergibt sich zunächst für den Horizont, dass derselbe zwar mit verkehrter Kopfhaltung, jedoch mit gerader Blickrichtung gesehen wurde, wie beim aufrechten Stande. Ueber den Zustand der Augenmuskeln und ihrer Innervation bei dieser

1) Filehne, l. c. S. 302.

2) l. c. S. 296.

Kopfhaltung ist nun freilich nichts bekannt. Es ist aber, glaube ich, durchaus nicht ohne Weiteres anzunehmen, dass sie sich dabei in demselben Gleichgewichtszustande der Spannung und Innervation befinden, wie bei aufrechter Körperhaltung, besonders wenn, wie dies Filehne angibt¹⁾, die Dauer der Versuche möglichst abgekürzt wird und so kaum Zeit für die Ausbildung eines neuen, möglichst anstrengungslosen Beharrungszustandes gegeben ist²⁾. Das Zenith wird in Filehne's Versuchen nicht mit erhobener, sondern mit gesenkter Blickrichtung betrachtet, nämlich mit „nach aufwärts gesenkter“ Blickrichtung, wenn ich so sagen darf³⁾. Mit erhobener Blickrichtung wird, wie ersichtlich, kein Theil des Himmelsgewölbes, sondern nur der Fussboden gesehen, und zwar mit zunehmend erhobenem Blicke gegen den Beobachter hin.

Ich habe nun ähnliche Versuche, das Himmelsgewölbe mit ungewöhnlichen Blickrichtungen zu betrachten, in folgender Weise angestellt: Ich legte mich auf der Plattform eines Daches, das einen ziemlich guten Rundblick gewährte, horizontal auf den Rücken, so dass ich gerade aufwärts zum Zenith blickte. Durch Erheben des Blickes (scheitelwärts) konnte ich bis gegen den Horizont, ja mit etwas Rückneigen des Kopfes bis zum irdischen Horizonte hinter mir, durch Senken des Blickes (fusswärts) gegen den Horizont vor mir, mit etwas Erhebung des Rumpfes gleichfalls bis an den irdischen Horizont gelangen. Ich übersah also das Himmelsgewölbe in einer Ausdehnung von 180 Graden, mit erhobener, gerader und gesenkter Blickrichtung. Bei der Beobachtung des hellen Tageshimmels waren die Augen durch eine Rauchglasbrille geschützt. Die Versuche wurden bei [nahezu völlig reinem Firmamente angestellt. Es ergibt sich dabei nun folgendes: Nicht sofort nach Uebergang in die Rückenlage deutlich, jedoch schon nach einer bis zwei Minuten vertieft sich zusehends das Himmelsgewölbe im Zenith; erhebt man den Blick stirnwärts, so erscheint hingegen das Gewölbe stark genähert und steil abfallend, gegen den Horizont fast wie eine senkrechte Wand heruntersteigend. Wechselt man mehrmals die Blickrichtung in raschem Uebergange, so wird die Täuschung recht auffällig. Je länger man in Rückenlage verweilt, desto deutlicher wird das Zurückweichen des Gewölbes im Zenith, und je angestrengter

1) l. c. S. 297.

2) Vgl. S. 368.

3) Vgl. S. 367.

man mit erhobenem Blicke gegen den Horizont sieht, desto näher und steiler erscheint dort der Abfall¹⁾). Das Sichtbarwerden des irdischen Horizontes ändert diese Erscheinung nicht merklich. Nur macht sich dabei ein weiteres Moment geltend, sobald der Kopf so weit zurückgeneigt wird, dass auch die nähere Gegend in's Gesichtsfeld rückt: es erscheint mir nämlich unter solchen Verhältnissen die Perspective der Landschaft, ähnlich wie bei Betrachtung mit einem Zeiss'schen Relief-Feldstecher, deutlich etwas erhöht²⁾). — Der steile Abfall des Himmelsgewölbes beim Blicke scheidelwärts ist gewiss schon Manchem als etwas Sonderbares im Anblick des Firmamentes aufgefallen, wenn er auf einer Bergspitze auf dem Rücken liegend ausruhte, ohne dass er vielleicht wohl zu einer klaren Vorstellung über die unmittelbare Ursache dieses sonderbaren Anblickes gelangte. — Blicke ich in Rückenlage fusswärts gegen den Horizont, so scheint mir das Himmelsgewölbe noch etwas mehr zurückzuweichen als im Zenith; doch ist der Unterschied in der scheinbaren Entfernung zwischen der horizontalen und der verticalen Blickrichtung nicht so auffallend wie bei erhobenem Blicke, namentlich so lange der irdische Horizont noch nicht sichtbar ist. Es ergibt sich also für das Firmament im Ganzen die Form einer asymmetrischen Kuppel, deren Wölbung excentrisch zum Standpunkte des Beobachters in von hinten (scheidelwärts) nach vorne (fusswärts) immer weiterem Abstände zu verlaufen scheint.

Ueberblicken wir nun die Ergebnisse der drei Betrachtungsweisen des Himmelsgewölbes bei aufrechtem Stande, in horizontaler Rückenlage und bei herabhängendem Kopfe nach Filehne (im Kniehang am Reck oder knieend zwischen den Beinen hindurchblickend), so kommen wir zu der auf der nächsten Seite oben gegebenen Zusammenstellung. In der darunter stehenden Figur sind diese drei Himmelsgewölbe schematisch in einander gezeichnet, wie sie sich mir als Beobachter in *B* ungefähr darstellen. Natürlich lassen sich die absoluten scheinbaren Grössen nicht gut vergleichen. Doch wurde die Figur auf Grund folgender ziemlich sicher festzustellender Relationen entworfen: Im Vergleiche mit der abgeflachten Form der Himmelskuppel bei aufrechtem Stande (*AA'A''*) erscheint mir in Rückenlage der hintere Horizont (*R''*) sehr bedeutend herein-

1) Vgl. S. 368.

2) Vgl. S. 399.

Körperhaltung	Blickrichtung zum		Scheinbare Entfernung zum		Resultirende Form des Himmelsgewölbes
	Zenith	Horizont	Zenith	Horizont	
Aufrechter Stand	erhoben	gerade	kleiner	grösser	flache Kuppel
Horizontale Rückenlage	gerade	scheitelwärts erhöhen, (fusswärts gesenkt)	grösser	scheitelwärts kleiner (fusswärts noch grösser)	asymmetrische Kuppel, scheinbar abgeflacht
Kniehang (Filehne)	gesenkt	gerade	grösser	grösser	Halbkugelform hergestellt (Filehne)

gerückt, das Zenith (R') vertieft, der vordere Horizont (R) noch weiter vertieft, vielleicht stärker als bei aufrechtem Stande (A). Im Kniehange erscheint mir der Horizont hereingerückt (F , F''), das Zenith ziemlich bedeutend vertieft (F'), vielleicht mehr als in Rückenlage (R').

Fig. 1.

Alle die angeführten Erscheinungen lassen sich nun durch unsere Annahme von dem Einflusse der Blickrichtung, wie mir scheint, in einheitlicher, einfacher und befriedigender Weise erklären. Unsere hierauf bezügliche Schlussfolgerung bewegt sich, ausgehend von dem oben¹⁾ festgestellten Satze, dass „Dimensionen, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung keine Anhaltspunkte vorliegen, bei erhobener Blickrichtung kleiner erscheinen, als bei gerader“, in folgender einfachen Linie. Wenn gleiche Dimensionen oder gleiche Winkelstücke des Himmelsgewölbes bei erhobener Blickrichtung kleiner erscheinen

1) S. 376.

als bei gerader, so folgt daraus unmittelbar¹⁾ die Abflachung der scheinbaren Form der Kuppel in der Richtung des erhobenen Blickes, oder mit anderen Worten: da die gleichen Winkelstücke bei erhobener Blickrichtung kleiner erscheinen, werden sie in grössere Nähe projectirt. Bei aufrechtem Stande wird das Zenith mit erhobenem Blicke betrachtet: daher erscheint das Zenith näher. Bei Rückenlage wird der Horizont stirnwärts mit erhobenem Blicke betrachtet: daher erscheint der hintere Horizont näher. Im Kniehange wird weder Zenith noch Horizont mit erhobenem Blicke gesehen: daher erscheint weder jenes noch dieser merklich näher oder weiter, die Halbkugelform des Gewölbes erscheint wieder hergestellt. — Der Einfluss der Senkung des Blickes ist verhältnissmässig gering und unsicher, er kommt auch, wie mir scheint, nicht in allen Körperlagen gleichmässig zur Geltung: ich habe ihn darum nicht eingehender in Berücksichtigung ziehen können und wollen, insbesondere, da er ja für die Hauptfrage, die uns in der vorliegenden Mittheilung beschäftigt, nicht in Betracht kommt.

Ich habe oben²⁾ schon darauf hingewiesen, dass meine Erklärung für die scheinbare Form des Himmelsgewölbes in einem gewissen Gegensatze zu der „Plafondtheorie“ Filehne's steht. Es wird nun darauf ankommen, ob man jener, die, wie ich gezeigt zu haben glaube, für alle verschiedenen Betrachtungsweisen des Himmelsgewölbes anwendbar ist, vor der Filehne'schen den Vorzug einräumen will; diese reicht zwar für die gewöhnliche Betrachtung des Himmelsgewölbes aus; ich weiss aber nicht, wie sie ohne Zwang auch für die Erklärung der scheinbaren Vertiefung des Gewölbes im Zenith in der Rückenlage und im Kniehange und des starken Hereinrückens des hinteren Horizontes bei gleichzeitigem Zurückweichen des vorderen Horizontes in der Rückenlage angewendet werden sollte. —

Zum Schlusse möchte ich noch auf einen Umstand zurückkommen, der freilich dem aufmerksamen und unbefangenen Beobachter nicht leicht entgehen kann. Wir haben bei allen unseren Versuchen, um die Täuschung in möglichst vollkommener Weise hervorzurufen, für die Erhebung des Blickes stets die Anweisung gegeben, dass der Kopf möglichst wenig zurückgeneigt und dafür die Augenmuskeln

1) Vgl. Filehne S. 279.

2) S. 377.

stärker beansprucht werden. Dies findet nun freilich bei der alltäglichen Betrachtung des hochstehenden Mondes oder der Kuppel des Himmelsgewölbes nicht in so extremem Maasse statt: stets aber wird man, falls nicht geradezu von vornherein das Gegentheil beabsichtigt ist, bemerken, dass die Kopfneigung nur unterstützend mitwirkt und die Anstrengung der Augenmuskeln sich recht bald bemerkbar macht; und man wird zweitens vielfach wahrnehmen können, dass die Erhebung des Blickes der Rückneigung des Kopfes vorausgeht. Es ist demnach die Grundbedingung für das Entstehen der Täuschung bei erhobener Blickrichtung auch bei der alltäglichen Art der Betrachtung des hochstehenden Mondes mehr oder minder vorhanden, wenn auch gewöhnlich nicht in dem Maasse, wie wir es in unseren Versuchen absichtlich herstellten, um die Täuschung so stark als möglich zu machen. Es scheint mir übrigens durchaus nicht ausgeschlossen, dass auch das Rückneigen des Kopfes als „grobe Einstellung“ für den Blick aufwärts im Sinn der Blickwendung aufwärts von einigem Einflusse auf die Täuschung sein kann. —

Als ich eine Reihe meiner Versuche am Meeresstrande bei Triest anstellte und einmal gerade die untergehende Sonne aufwärts spiegelte, zog zufällig vor derselben, vielleicht 300 m von meinem Standpunkte, eine Barke vorüber, welche im verkehrten Spiegelbilde merklich kleiner erschien. Dies zeigte sich, als ich sie weiter verfolgte, noch sehr deutlich, wenn ich die Ablenkung so klein machte, dass die Mastspitzen des direct gesehenen und des gespiegelten Bildes einander zu berühren schienen und man so leicht die Vergleichung unmittelbar vornehmen konnte. Nun konnte diese Erscheinung wohl auf die Verkleinerung durch den Einfluss des nahe dem Auge gehaltenen Spiegels¹⁾ zurückgeführt werden; allein als ich sogleich in horizontaler Rückenlage, den Kopf dem Objecte zugewendet, mit stark erhobenem Blicke direct auf die Barke hinsah, erschien dieselbe gleichfalls kleiner, als wenn ich aufstand und sie gerade anblickte. Dieser Versuch war damals die erste Veranlassung, auch den Einfluss der Blickrichtung auf die scheinbare Grösse irdischer Objecte zu untersuchen.

Wie mit der Barke gelingt der Versuch auch mit anderen weiter entfernten Objecten, Häusern, Thürmen, Bäumen, obgleich hier die Täuschung — wohl wegen der oft zu bekannten

1) Vgl. S. 373 und Filehne S. 291.

Grösse der Objecte und Entfernungen — nicht immer so deutlich ausfällt, wie bei jener Beobachtung der Barke auf dem Meerespiegel, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung besonders mir als Binnenländer kaum welche Anhaltspunkte vorlagen.

Weiter entfernte irdische Objecte erscheinen also, und zwar desto besser, je weniger gute Anhaltspunkte für die Schätzung von deren Entfernung und Grösse vorliegen, ähnlich wie die Himmelskörper grösser bei Betrachtung mit gerader als bei Betrachtung mit erhobener Blickrichtung. Ueber die scheinbare Entfernung bei beiden Blickrichtungen kann ich mit dem besten Willen auch hier keine einigermaassen sichere Aussage machen, etwa dass das kleinere Bild bei erhobenem Blicke näher und das grössere bei geradem Blicke weiter erscheine, oder umgekehrt ¹⁾.

Etwas andere Ergebnisse erhält man für verhältnissmässig nahe Objecte. Ich hatte zunächst gemeint, durch folgenden möglichst einfach angeordneten Versuch zu ähnlichen Ergebnissen gelangen zu können, wie ich sie für die entfernten irdischen und himmlischen Objecte erhalten hatte. In dem vollständig verdunkelten Hörsaale des Institutes war einerseits in Augenhöhe des Beobachters an der Tafel, andererseits an der Decke des Saales je ein auf der Vorderseite offenes und ganz mit schwarzem Tuchpapiere ausgeschlagenes Kästchen aufgehängt, in welchem sich zwei parallel in 20 cm Entfernung von einander ausgespannte Platindrähte von 3 cm Länge befanden. Sämmtliche vier Drähte und ein Widerstand waren hinter einander in den Stromkreis einer Accumulatorenbatterie eingeschaltet. Sie konnten so leicht zur schwachen Rothgluth gebracht werden, so dass sie in dem völlig dunklen Raume eben gut sichtbar wurden, während die Umgebung und die berussten Träger noch vollständig unsichtbar blieben. Die Entfernung der Ebene der Drähte vom Auge des in der zweiten Bank des Auditoriums sitzenden Beobachters betrug nach vorne und nach oben je 390 cm, die gerade Blickrichtung fiel in die Horizontale, die erhobene war gegen diese um 76° geneigt. Schon bei der Befestigung der Vorrichtung im taghellen Saale war es überaus auffallend, dass die Entfernung des an der Decke hängenden Kästchens bedeutend grösser geschätzt wurde, als die Entfernung zur Tafel, nicht nur von dem bestimmten Platze des Beobachters aus, sondern auch von verschiedenen anderen Stellen des Saales,

1) Vgl. S. 366.

auch von solchen, wo die Entfernung zur Saaldecke schon beträchtlich kleiner war als zur Vorderwand (3., 4. Bank des Auditoriums). Die Täuschung war so zwingend, dass ich anfangs glaubte, es müsse ein grober Irrthum bei der Ausrechnung der Entfernungen unterlaufen sein, und mich erst durch Nachmessen mit der Latte von der Richtigkeit der getroffenen Anordnung überzeugte.

Auch beim eigentlichen Versuche im dunklen Saale ergaben sich nun ähnliche Verhältnisse. Die Täuschung, welche auftritt, betrifft vorzüglich die scheinbare Entfernung vom Beobachter. Die in horizontaler Richtung gesehenen beiden parallelen Lichtlinien erscheinen dem Beobachter viel näher, als die mit erhobenem Blicke betrachteten an der Decke. Der Abstand der zwei Linien von einander erscheint aber in beiden Richtungen kaum verschieden. Nur wenn ich das Auge länger geschlossen halte, dann rasch nach vorne, dann nach oben und so weiter abwechselnd blicke, erscheinen mir die oberen beiden Linien etwas näher an einander, jedoch nicht sehr zwingend. Andere Beobachter konnten dies nicht wahrnehmen, während die Täuschung über die Entfernung stets ausserordentlich deutlich war. Die Versuche wurden monocular, mit corrigirtem und uncorrigirtem Auge ausgeführt; auch bei binocularer Beobachtung waren die Erscheinungen ganz ähnlich.

Ich stellte nun weiter einen Versuch zusammen, bei welchem das Object in mehr als dreimal so grosser Entfernung vom Auge angebracht war, kam jedoch wieder zu demselben Ergebnisse. An dem Ende einer aus einem Fenster des zweiten Stockwerkes 2 Meter weit vorragenden Latte waren in einer Entfernung von 30 cm von einander zwei Kerzenlichter angebracht, ebenso im Garten vor dem Gebäude zwei Kerzen 30 cm von einander in Augenhöhe des aufrecht stehenden Beobachters; die Entfernung von dem Auge dieses zu dem oberen und zu dem unteren Kerzenpaare betrug je $12\frac{1}{2}$ m. Die unteren Lichter wurden mit gerader Blickrichtung horizontal, die oberen mit stark erhobener Blickrichtung unter einem Winkel von 70 bis 90° gegen die Horizontale gesehen. Wieder erschien schon bei Tage die Entfernung nach oben bedeutend grösser als die horizontale. Die eigentlichen Versuche wurden mit den brennenden Lichtern an finsternen, ziemlich windstillen Abenden angestellt und führten, wie erwähnt, zu ganz denselben Ergebnissen, wie die Versuche im finsternen Hörsaale. Es war, wenn man die Umgebung der Kerzen-

flammen völlig verdunkelt haben wollte, nothwendig, ein farbiges oder Rauchglas vor das Auge zu nehmen. Doch wurde hierdurch die Erscheinung nicht wesentlich geändert.

Endlich wurde noch folgende dritte Versuchsreihe durchgeführt. In der Mitte eines im Freien in der Höhe von 16,2 m über dem Erdboden quer zwischen zwei gegenüberliegenden Mansarden gespannten Drahtes wurde eine von innen durch eine Kerze erleuchtete Milchglaskugel von 17 cm Durchmesser aufgehängt. Eine ebensolche erleuchtete Kugel hing in derselben Entfernung vom beobachtenden Auge an einer in den Erdboden gesteckten Stange in 2 m Höhe über dem Boden. Die Entfernung der beiden Kugeln vom Auge betrug in 4 Versuchsreihen

14, 14,3, 15,2, 16,6 m,

der Winkel, den die zur oberen Kugel erhobene Blickrichtung mit der Horizontalen einschloss, betrug entsprechend

90, 78, 67, 57° (runde Werthe).

Die untere Kugel war nur etwas über meiner Augenhöhe (177 cm) angebracht, wurde also im aufrechten Stande mit nahezu horizontaler Blickrichtung gesehen. Auch in diesen Versuchen, die wieder an dunklen Abenden oder in der Nacht vorerst bei aufrechtem Stande des Beobachters angestellt wurden, war zunächst das auffallendste die Täuschung über die Entfernung. Wie schon bei hellem Tage erschien auch abends die obere erleuchtete Kugel monocular und binocular viel weiter als die in horizontaler Richtung gesehene, „fast doppelt so weit“, wie ein in der Schätzung von Entfernungen nicht ungeübter Beobachter meinte. Diese Täuschung in Bezug auf die Entfernung tritt am deutlichsten ohne unsere gewohnte Abblendung des Hintergrundes, oben des Firmamentes, unten des Gartenhintergrundes hervor, ist aber auch mit dieser Abblendung noch ganz unzweifelhaft. Wendet man nun diese Abblendung an — es wurde meist eine grün-rothe Farbglascombination dazu benützt —, so kann man unter gewissen Bedingungen auch Täuschungen über die Grösse der beiden Kugeln erzielen, während dies bei gleichzeitiger Sichtbarkeit des Hintergrundes, wo das Entfernungs-Moment überwiegt, nicht gelingt: hier wird höchstens gelegentlich einmal die weiter entfernt erscheinende Kugel dementsprechend grösser geschätzt, niemals jedoch umgekehrt. Die bezüglichen Versuche lassen sich in verschiedener Weise abändern, doch führen bei verschiedenen Versuchspersonen nicht alle Modificationen gleich gut zum Ziele. Im All-

gemeinen tritt die Grössentäuschung desto besser hervor, je mehr die Täuschung über die Entfernung zurückgedrängt werden kann; doch gelang es nur ausnahmsweise, sich von der letzteren ganz frei zu machen. — Mit der erwähnten Farbglascombination stellen sich die Kugeln als tief roth leuchtende Scheiben dar: die obere erscheint mir deutlich kleiner als die untere, wenn ich den Blick stark erhebe und den Kopf möglichst wenig zurückbeuge. Besonders gut wird der Erfolg, wenn vorher längere Zeit die untere Kugel betrachtet worden ist; dann kann man sogar, wie das bei gewöhnlichem Aufwärtsblicken geschieht, den Kopf etwas mehr nach hinten beugen, ohne dass die Täuschung verschwindet. Je steiler die Blickrichtung nach aufwärts genommen wird, desto auffälliger wird der Unterschied. — Wenn man recht lange und ohne Anstrengung auf die untere Kugel hinblickt, gelingt es manchmal, sich von dem Distanz-Momente ganz frei zu machen: dann wächst die Kugel unter dem Blicke des Beobachters bedeutend an; sie erschien mir einigemal fast so gross, wie der Mond am Horizonte mit dem Farblassatze. Blickte ich hierauf rasch auf die obere Kugel, so erschien mir diese sehr bedeutend kleiner, vielleicht nur halb so gross wie die untere. —

Am besten gelingen, auch bei solchen Personen, die sich von dem Entfernungs-Momente sehr stark beeinflussen lassen, folgende zwei Versuche: Es wird zunächst mit stark erhobenem Blicke durch $1\frac{1}{2}$ bis 1 Minute die obere Kugel fixirt, hierauf rasch die untere angeblickt. Diese erscheint nun sehr bedeutend grösser, mir fast doppelt so gross, wie die obere. Oder der zweite Versuch: Die obere Kugel wird mit sehr stark hintenüber gebeugtem Kopfe, also nur wenig erhobenem Blicke etwa $1\frac{1}{2}$ bis 1 Minute fixirt und nun der Kopf langsam gegen die Brust gesenkt, während die Fixation strenge beibehalten wird. Dabei erhebt sich natürlich die Blickrichtung, bis sie schliesslich nur mehr mit grosser Anstrengung erhalten werden kann: die Kugel wird während des Senkens des Kopfes scheinbar zusehends kleiner.

Ich habe nun die Versuche auch noch so abgeändert, dass die obere Kugel mit gerader, die untere mit erhobener Blickrichtung gesehen wurde. Die Entfernung der beiden Kugeln vom Auge betrug bei diesen Versuchen je 15 m. Die untere Kugel war 60 cm über Augenhöhe (77 cm) der auf dem Rücken liegenden Versuchsperson angebracht, um ein gar zu starkes Zurückbeugen des Kopfes

zu vermeiden. Es ist auch bei diesen Versuchen¹⁾ am besten, erst 2 bis 3 Minuten nach Einnahme der Rückenlage mit den Beobachtungen zu beginnen. Ohne Abblendung des Hintergrundes tritt auch hier wieder die Täuschung über die Entfernung allein auf: aber jetzt erscheint die obere, nun in gerader Blickrichtung gesehene Kugel nahe, die untere, mit erhobenem Blicke gesehene, weiter, wenn auch der Unterschied in der scheinbaren Entfernung vielleicht nicht ganz so gross ist, wie bei aufrechtem Stande; doch ist dies schwer sicher zu beurtheilen. Mit den Farbgläsern erhält man wieder in der gleichen Weise wie bei aufrechtem Stande die entsprechenden Täuschungen in Bezug auf die scheinbare Grösse, desto besser, je mehr man sich von der Täuschung über die Entfernung losmachen kann. Es erscheint nun die obere Kugel gross, die untere, mit erhobenem Blicke gesehene, klein, und der Unterschied tritt wieder am besten nach längerem Festhalten der einen beim raschen Uebergange in die andere Blickrichtung hervor.

Aus den angeführten Versuchen an irdischen Objecten in verhältnissmässig geringen Entfernungen glaube ich Folgendes schliessen zu können: Bei verhältnissmässig nahen Objecten überwiegt in der Regel die Täuschung über die Entfernung, und zwar werden mit gerader Blickrichtung gesehene Objecte für näher gehalten, als mit erhobenem Blicke betrachtete. Gelingt es, sich von dem „Distanz-Momente“ mehr oder weniger frei zu machen, was bei nicht gar zu nahen Objecten zum Theile durch Abblendung des Hintergrundes erreicht werden kann, so tritt mehr oder minder deutlich die Täuschung über die scheinbaren Dimensionen in ähnlicher Weise hervor, wie bei entfernten Objecten: sie erscheinen bei erhobener Blickrichtung kleiner als bei gerader.

Denken wir uns ein halbkugelförmiges Kuppelgewölbe von verhältnissmässig kleinem Halbmesser, in dessen Mittelpunkt sich das beobachtende Auge befindet, so wird in Folge der oben erörterten Täuschung über die Entfernung bei aufrechtem Stande die Kuppe des Gewölbes vertieft, der Rand angenähert erscheinen müssen. Würde man aber in Rückenlage mit gerader Blickrichtung gegen den Rand der Kuppel hinter sich (scheitelwärts) blicken, so müsste die

1) Vgl. S. 369.

Kuppe abgeflacht, der Rand entfernter erscheinen. Ein solches Gewölbe von Halbkugelform und entsprechendem Durchmesser stand mir nun freilich nicht zur Verfügung. Doch stellte ich mir, um mich von der Richtigkeit meiner Schlussfolgerung zu überzeugen, gleichsam einen Durchschnitt durch eine kleine solche Kuppel von 6 m Durchmesser aus einer im Halbkreise gebogenen Latte von 10 m Länge her. Das beobachtende Auge befand sich in Höhe des Mittelpunktes, jedoch nicht in diesem selbst, sondern etwa $\frac{3}{4}$ m seitlich davon, so dass die Blicklinie in einer Kegelfläche über den Halbkreis geführt wurde. Der Versuch gelang unter den gegebenen Verhältnissen so besser, als wenn man sich gerade mitten unter der schmalen Latte befand. Bei aufrechtem Sitze, sowie in Rückenlage stellten sich die obigen Erscheinungen ganz deutlich dar. Beobachtet man in Rückenlage, indem man den Blick dem Kreisbogen entlang von der erhobenen Blickrichtung (scheitelwärts) über die gerade (aufwärts) in die gesenkte (fusswärts) überführt, das Gewölbe des Halbkreises, so sieht man die scheinbare Entfernung von hinten (scheitelwärts) bis nach vorne (fusswärts) allmähig abnehmen: das Gewölbe erscheint fusswärts noch näher als aufwärts gesehen. Es ergeben sich somit bei einem halbkreisförmigen Gewölbebogen, also wohl auch für ein halbkugelförmiges Kuppelgewölbe von verhältnissmässig geringem Durchmesser sowohl bei aufrechtem Stande als auch bei Rückenlage gerade die entgegengesetzten Erscheinungen als wie beim Anblicke des Himmelsgewölbes¹⁾.

Täuschungen bezüglich der Grösse verhältnissmässig naher Objecte, welche durch die Blickrichtung bedingt sind, kommen wegen des zumeist vorherrschenden „Distanz-Momentes“ wohl nur selten vor. Doch glaube ich ein paar Fälle anführen zu können, in denen eine Grössentäuschung vielleicht doch mit einiger Wahrscheinlichkeit wenigstens zum Theile auf den Miteinfluss der Blickrichtung bezogen werden kann. Ich denke hierbei zuerst an ein Object, an welchem mir eine solche Täuschung schon seit langem aufgefallen war, eine kreisrunde, mit schwarzem Tuche überzogene Scheibe von 72 cm Durchmesser, die in unserer Hörsaale für bestimmte optische Versuche in einer Höhe von $4\frac{1}{2}$ m über dem Boden angebracht ist, so dass sie für gewöhnlich nur mit stark erhobener Blickrichtung oder nur aus ziemlich grosser Entfernung mit weniger erhobener oder

1) Vgl. S. 379.

gerader Blickrichtung gesehen werden kann. Ich war erstaunt, als ich diese Scheibe einmal in der Nähe betrachtete und ihren Durchmesser maass, denn ich hatte diesen vorher auf höchstens 50 cm geschätzt und da schon auf Rechnung der Entfernung ein gutes Theil zugegeben. Aehnliche Umstände dürften wohl auch bei der bekannten starken Unterschätzung der Grössen von Zifferblättern, Ziffern und Zeigern der Uhren an verhältnissmässig nicht sehr hohen Gebäuden (nicht Thürmen) maassgebend sein, für welche die Entfernung allein wohl keinen ganz ausreichenden Grund abgäbe. In hohem Grade auffallend ist auch die Unterschätzung des Durchmessers der Milchglaskugeln, die um die elektrischen Bogenlampen der Strassenbeleuchtung angebracht sind. Der Durchmesser der Kugeln der hiesigen Strassenbeleuchtung wurde mir von verschiedenen Personen, die ich darum befragte, zwischen 25 und 35 cm geschätzt, während er in Wirklichkeit etwas über 50 cm beträgt; er erscheint an der herabgelassenen Kugel aus der Nähe mehr als doppelt so gross, als wie wenn die Lampe an ihrem Ständer hängt. In allen diesen Fällen werden Objecte in verhältnissmässig nahen Entfernungen zu klein geschätzt, deren wirkliche Grösse nur ungenau oder gar nicht bekannt ist, und die gewöhnlich mit erhobenem Blicke betrachtet werden, oder, wie ich sagen möchte, weil sie gewöhnlich mit erhobenem Blicke betrachtet werden: denn ich glaube nicht, dass die grössere oder geringere Entfernung der Objecte vom Auge allein diese starken Täuschungen veranlasst.

Gelegentlich tritt das Distanz-Moment recht deutlich beim Monde oder bei der Sonne, besser bei ersterem hervor; und ich muss hier etwas näher darauf eingehen, weil es mir scheint, dass dieses Distanz-Moment in der Wirklichkeit nicht der Vorstellung entspricht, die man sich von seinem Einflusse nach der schon von Ptolemäus vertretenen Ansicht machen müsste, dass uns der Mond „am Horizonte grösser erscheint, weil er uns dort weiter entfernt erscheint“¹⁾. Denn ich finde nicht, dass mir der Mond am Horizonte weiter entfernt erscheint: im Gegentheile erscheint er mir näher als hoch am Himmel, und desto näher, je reiner und grösser er sich darbietet. Und der Mond nahe dem Zenith erscheint mir nicht näher, sondern beträchtlich weiter entfernt als der Mond am Horizonte, und zwar desto weiter, je kleiner er mir erscheint. Ich sehe ihn also am

1) Helmholtz, l. c. S. 774; Filehne, l. c. S. 280.

Horizonte gross und nahe, gegen das Zenith klein und weit, und nicht am Horizonte weit, daher gross, im Zenith nahe, daher klein! Da ich aber das Himmelsgewölbe, wie fast Jedermann im aufrechten Stande, im Zenith näher, am Horizonte entfernter sehe, so musste ich wohl von allem Anfange an folgern, dass die scheinbare Grösse des Mondes am Horizonte und hoch am Himmel nicht mit der Form des Himmelsgewölbes zusammenhängt; und ich glaube dies im ersten Theile dieser Mittheilung auch direct durch die Abblendungsversuche wahrscheinlich gemacht zu haben. Wenn mir aber das Himmelsgewölbe am Horizonte entfernt, der aufgehende Mond hingegen nahe erscheint, so ergibt sich hieraus unmittelbar die weitere Erscheinung, die sich mir seit jeher stets nur so und nicht anders dargestellt hat, dass nämlich der aufgehende Mond vor dem Himmelsgewölbe im Raume schwebend erscheint und nicht an die Wand des Gewölbes projecirt wird.

Ich war über alles dieses in grosser Verlegenheit, denn ich befand mich da mit meinen Wahrnehmungen allem Anscheine nach in directem Gegensatze schon zu „Ptolemäus und den arabischen Astronomen“, sowie allen jenen, welchen der Mond „am Horizonte grösser erscheint, weil er ihnen dort weiter entfernt erscheint“. Ich konnte doch wohl nicht annehmen, dass der Mond gleichzeitig „weiter erscheint“ und für näher gehalten wird! Da aber bei meiner Auffassung möglicher Weise ein besonderes individuelles Moment mitspielen konnte, leitete ich eine Rundfrage unter ungefähr hundert Personen verschiedenen Standes, Alters, Geschlechtes und aus verschiedenen Gegenden ein, um zu erfahren, ob meine Anschauung etwa allein stünde oder von einer kleineren oder grösseren Zahl von Menschen getheilt werde. Ich glaube mich bei meinem Vorgehen keiner suggestiven Beeinflussung schuldig gemacht zu haben, indem ich die Fragestellung in der a. f. S. angeführten Weise einrichtete. Die Antworten, die ich erhalten habe, stimmen nun in merkwürdiger Weise mit meiner oben angeführten Anschauung überein. Nur ein paar der befragten Personen konnten sich des einen oder des anderen Umstandes nicht erinnern. Eine einzige gab zwei sich widersprechende Antworten. Gar Niemand gab an, dass ihm der Mond am Horizonte weiter erscheine als höher über dem Horizonte. Die Meisten erinnern sich ganz genau und deutlich eines ganz bestimmten Mondaufganges oder des Mondaufganges in einer bestimmten Gegend. Unter diesen waren Meeresküsten, Seeufer,

Ebenen und Berggegenden vertreten. Die erhaltenen Antworten waren geradezu stereotyp.

Die Fragen und Antworten lauteten:

1. Können Sie sich eines sehr schönen Mondaufganges erinnern, bei dem Ihnen der Mond am Horizonte sehr rein und gross erschienen ist?

Antwort: „Ja“.

2. Erschien Ihnen der Mond dabei näher oder weiter als bei weniger schönem Aufgange oder als wenn er höher über dem Horizonte steht?

Antwort: „Näher“ (oder „viel näher“).

3. Erschien Ihnen die Mondscheibe dabei an der scheinbaren Wand des Gewölbes der Himmelskuppel oder vor derselben im Raume schwebend?

Antwort: „Vor der Wand schwebend“.

Es würde mich sehr interessiren, wenn einer oder der andere von den freundlichen Lesern dieser Mittheilung mir entgegengesetzte Angaben machen könnte. Auf Grund der zahlreichen mir bis jetzt vorliegenden und, wie ich glaube, unbeeinflussten Aussagen, die in so ausserordentlicher Uebereinstimmung unter einander stehen, kann ich aber nun — ganz unabhängig von unseren im ersten Theile dieser Mittheilung gewonnenen Erfahrungen — die Ansicht, dass wir den Mond am Horizonte grösser sehen, weil er uns dort weiter entfernt erscheint, nicht theilen; und da uns der aufgehende Mond in Wirklichkeit nicht an dem Himmelsgewölbe, sondern vor demselben im Raume schwebend erscheint, kann ich mich auch der Ansicht nicht anschliessen, dass die Frage nach der scheinbaren Grösse der Gestirne mit der Frage nach der Ursache der scheinbaren Form des Himmelsgewölbes in abhängigem Zusammenhange stünde. Ich glaube vielmehr, dass das primäre die Grössentäuschung und die richtige Schlussfolgerung folgende ist: „Dimensionen, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung keine Anhaltspunkte vorliegen, erscheinen bei erhobener Blickrichtung (also in aufrechtem Stande gegen das Zenith) kleiner als bei gerader (gegen den Horizont)“¹⁾. Daher erscheint der Mond (die Sonne) gewöhnlich am Horizonte gross, hoch am Himmel klein. Wenn nun dasselbe Object einmal gross, einmal klein gesehen wird, so wird das gross gesehene, der Mond am Horizonte, näher, das klein gesehene, der Mond hoch am Himmel, entfernter geschätzt.

1) Siehe S. 376.

Man könnte nun vielleicht meinen, dass dem scheinbaren Widerspruche, welcher darin liegt, dass einerseits der hochstehende Mond weit, der niedrig stehende nahe, andererseits das Himmelsgewölbe im Zenith nahe, am Horizonte entfernter erscheint, durch unsere Schlussfolgerung nicht genügend Rechnung getragen werden könne. Ich finde jedoch nicht, dass dies der Fall ist; die Schlussfolgerung in Bezug auf die scheinbare Form des Himmelsgewölbes fusst nur auf einer etwas verschiedenen Grundlage. Hier handelt es sich nämlich nicht um ein bestimmtes begrenztes Object oder eine bestimmte Dimension, die uns das eine Mal klein, das andere Mal gross erscheint, sondern um Dimensionen im Allgemeinen in der unbestimmten Entfernung der Himmelskuppel. Und da uns an dieser gleiche Dimensionen oder Winkelstücke am Horizonte gross, im Zenith klein erscheinen, folgt daraus für die scheinbare Form des Gewölbes die Abflachung im Zenith, wie dies schon Filehne¹⁾ und vor ihm Smith²⁾ erörtert haben.

Den in der vorliegenden Mittheilung behandelten Einfluss der Blickrichtung auf die scheinbare Grösse der Gestirne und die Form des Himmelsgewölbes könnte man sich in verschiedener Weise zu Stande gekommen denken. Ich möchte ihn nicht so ganz unmittelbar auf eine Urtheilstäuschung zurückführen. Hiegegen scheint mir das durchaus Zwingende der Täuschung und das Ergebniss einer ganzen Reihe meiner Versuche zu sprechen, bei denen eine Urtheilstäuschung wohl vollkommen ausgeschlossen war. Da es sich nur um die Aussprache einer Vermuthung handelt, für die sich vorläufig wohl kaum exacte Beweise erbringen lassen dürften, halte ich es für überflüssig, die Gründe des Näheren zu erörtern, die mir gegen andere als die von mir angenommene Erklärung zu sprechen scheinen. Zu diesen anderweitigen Erklärungsversuchen rechne ich zum Beispiele auch die Annahme eines Einflusses des gewöhnlich indirecten Sehens der hochstehenden Gestirne³⁾ und des Hereinwanderns des Bildes von der Netzhautperipherie in's Centrum bei der Fixation.

1) Vgl. S. 381.

2) R. Smith, Vollständiger Lehrbegriff der Optik. Deutsch von A. G. Kästner. 1755.

3) Bourdon, l. c.

Ich glaube, dass die im Nachstehenden erörterte Annahme auf Grund vorhandener Anschauungen zu einer verhältnissmässig einfachen Vorstellung über den Mechanismus des fraglichen Vorganges führt, die einerseits in gutem Einklange mit bekannten Thatsachen steht und andererseits die bei der Betrachtung der Gestirne und des Himmelsgewölbes vorkommenden Täuschungen in, wie mir scheint, ziemlich befriedigender Weise zu erklären vermag. Ich gehe von dem von verschiedenen Seiten, namentlich auch von Hering aufgestellten Satze aus, dass Senkung der Blickebene eine Vergrösserung, Hebung eine Verkleinerung des Convergenzwinkels der Gesichtslinien begünstigt¹⁾: wenn wir den Blick erheben, werden die Gesichtslinien nicht vertical nach oben, sondern zugleich etwas nach aussen bewegt, wenn wir den Blick senken, nicht gerade nach unten, sondern zugleich etwas nach innen²⁾. Da dieses Streben zur Innenwendung (Convergenz³⁾ und Aussenwendung (Divergenz) rein mechanisch, d. h. in der Anordnung der Muskeln am Bulbus begründet und nicht durch besondere Innervation der Interni oder Externi herbeigeführt ist, so ist es erstens von keiner dem entsprechenden Spannung oder Entspannung der Accomodation begleitet⁴⁾ und muss wohl zweitens bei monocularer Beobachtung ebenso zur Geltung kommen, wie bei der binocularen. Ich schliesse nun auf Grund des obigen Satzes so: Wenn beim Erheben des Blickes „rein mechanisch“ Aussenwendung auftreten würde, so wird für die Paralleleinstellung der Gesichtslinien oder wohl auch bei monocularer Betrachtung bei der Einstellung in die Ferne ein besonderer Impuls auf die Interni ausgeübt werden⁵⁾, der zunächst mit dem ihm entsprechenden Accommodationsimpulse verbunden sein dürfte. Durch relative Accommodationsentspannung kann dann allerdings die Einstellung für die

1) E. Hering, Die Lehre vom binocularen Sehen. Engelmann, Leipzig 1868, S. 41. Vgl. auch Helmholtz, l. c. S. 631; Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 1. Aufl. S. 562 u. a. O.

2) Vgl. Hering, l. c.

3) Ich bezeichne weiterhin auch die Innenwendung bei monocularer Beobachtung als Convergenz, Aussenwendung als Divergenz.

4) Vgl. Hering, l. c. S. 141.

5) In um so höherem Grade, wenn man mit Hansen, Grut und Reddingius (Das sensumotorische Sehwerkzeug, Engelmann, Leipzig 1898, S. 12) annimmt, dass schon in der Ruhestellung der Augen die Gesichtslinien ein wenig divergiren.

Ferne, trotz des bestehenden Convergenz-Impulses, wieder hergestellt werden. Etwas Aehnliches findet nun bei der geraden Blickrichtung nicht statt¹⁾, da hier keine mechanische Divergenz-Componente wirksam wird. Ein entferntes Object, zum Beispiel der Mond, wird sonach bei der geraden Blickrichtung ohne Convergenzimpuls, bei erhobenem Blicke mit Convergenz- (und Accommodations-? ²⁾) Impuls gesehen. Von zwei gleich grossen Netzhautbildern, deren eines mit, das andere ohne Convergenzimpuls³⁾ gesehen wird, erscheint aber, sofern sich die Täuschung in Bezug auf die Grösse geltend macht, bekanntlich das mit Convergenzimpuls gesehene kleiner; sofern sich die Täuschung auf die Entfernung geltend macht, näher; sofern sich die Täuschung in Bezug auf Grösse und Entfernung geltend machen kann, wie zum Beispiele bei den Convergenzplatten-Versuchen von Rollett⁴⁾, kleiner und näher. Beim Monde, der Sonne und den Gestirnen tritt dieses unmittelbar durch die Convergenz bedingte Entfernungsmoment ganz zurück⁵⁾, es macht sich nur das Grössenmoment geltend: mit erhobenem Blicke erscheint der Mond klein, mit geradem gross. Auf diese Täuschung gründet sich aber ein anderes, von dem eben erwähnten gänzlich verschiedenes, secundäres Entfernungsmoment, das schon früher besprochen worden ist⁶⁾: Weil uns das bestimmte Object, der Mond, die Sonne u. s. w. am

1) Oder nur in geringem Grade, nach umstehender (Anm. 5) Annahme.

2) Es ist fraglich, ob dieser Accommodationsimpuls bei der schliesslichen Täuschung über die Grösse des Bildes mitwirkt, da er behufs scharfer Einstellung des entfernten Objectes durch einen entsprechenden Entspannungsimpuls aufgehoben werden muss. Immerhin ist es denkbar, dass nur der eine dieser beiden Impulse in Bezug auf die resultirende Täuschung wirksam wird. Da aber die Annahme des Convergenzimpulses allein für unsere Erklärung vorläufig ausreicht, soll zunächst immer nur dieser allein genannt werden.

3) Oder das eine mit grösserem, das andere mit kleinerem Convergenzimpulse.

4) Physiologische Versuche über binoculäres Sehen, angestellt mit Hilfe planparalleler Glasplatten. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss., math.-naturw. Classe, Bd. 42 S. 488—502 (1860).

5) Blicke ich binocular mit Hilfe einer berussten Platte, wie bei meinem Grundversuche, durch das Plattenpaar des Rollett'schen Apparates auf die Sonne, so erscheint mir diese noch deutlich etwas grösser als ohne die Platten, wenn die Spitze des Plattenwinkels gegen meine Nasenwurzel gerichtet ist, etwas kleiner als ohne die Platten, wenn der Winkel gegen mich offen steht; über die Entfernung in beiden Fällen mangelt aber jedes Urtheil.

6) S. 391 f.

Horizonte gross erscheint, erscheint es uns dort näher, und weil es hoch am Himmel kleiner erscheint, erscheint es uns weiter entfernt. —

Zu Gunsten der im Vorstehenden vorgebrachten Deutung scheinen mir auch einige im Folgenden kurz angeführte Versuche zu sprechen, deren Mittheilung ich der Güte meines verehrten Lehrers Prof. Rollett verdanke. Sie sind schon vor ungefähr 40 Jahren gelegentlich seiner in Gemeinschaft mit Becker ausgeführten Untersuchungen über das Sehen der dritten Dimension¹⁾ zum ersten Male angestellt, jedoch damals nicht mit veröffentlicht worden. Erzeugt man sich bei annähernd gerader Blickrichtung von zwei in einiger Entfernung von einander befindlichen entfernten gleichartigen Objecten durch Convergenz auf einen mitten zwischen beiden befindlichen näheren Punkt ein Sammelbild, so erscheint dieses kleiner und näher als die gleichzeitig gesehenen gleichnamigen Doppelbilder. Neigt man nun den Kopf vor, ohne die Fixation des Sammelbildes zu verlieren, wobei also die Blickrichtung immer mehr und mehr erhoben wird, so wird das Sammelbild immer kleiner und scheint sich immer mehr und mehr zu entfernen; gleichzeitig tritt das Gefühl ganz besonderer Anstrengung in den Augenmuskeln auf, und es wird immer schwieriger, das Sammelbild festzuhalten. Geht man hingegen aus der ersten Stellung zu immer mehr und mehr zurückgeneigter Kopfhaltung über, ohne die Fixation des Sammelbildes zu verlieren, wobei also die Blickrichtung immer mehr gesenkt wird, so scheint das Sammelbild immer näher zu rücken, während eine Grössenzunahme nicht deutlich wird. Diese Augenstellung bietet keine besondere Anstrengung, sie kann, wie die bei gerader Kopfhaltung, lange beibehalten werden.

Nach unserer Deutung muss der schon bei der geraden Blickrichtung vorhandene Convergenz-Impuls beim Erheben des Blickes in Folge des dabei zur Geltung kommenden mechanischen Divergenzbestrebens bedeutend verstärkt werden, wenn die Fixation des Sammelbildes erhalten bleiben soll. Dieses wird daher mit viel stärkerem Convergenz-Impulse gesehen als bei gerader Blickrichtung: es müsste also kleiner, oder näher, oder kleiner und näher erscheinen²⁾. Anscheinend in Folge eines ähnlichen Vorganges, wie

1) A. Rollett und O. Becker, Beiträge zur Lehre vom Sehen der dritten Dimension. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch., math.-naturw. Classe, Bd. 43 (1861).

2) Vgl. S. 394.

er oben¹⁾ für die scheinbare Entfernung der Gestirne bei geradem und bei erhobenem Blicke geltend gemacht worden ist, wird das Sammelbild nun zwar kleiner gesehen, aber nicht näher, sondern kleiner gesehen, daher weiter geschätzt. Das starke Anstrengungsgefühl beim Festhalten der Fixation des Sammelbildes in der erhobenen Blickrichtung wäre die Folge jener notwendigen starken Convergenzanstrengung. Beim Herabwandern des Blickes von der erhobenen in die gerade und aus dieser bis zur stark gesenkten Blickrichtung, bei zurückgeneigtem Kopfe, wird der zum Festhalten des Sammelbildes notwendige Convergenz-Impuls immer kleiner und die dafür nothwendige Anstrengung immer geringer werden müssen. Das Sammelbild selbst erscheint daher immer grösser und grösser, deutlich bis herab zur geraden Blickrichtung, nicht mehr deutlich weiter wachsend bis zur stark gesenkten Blickrichtung. Das von der scheinbaren Grösse abgeleitete, S. 394 als „secundäres“ bezeichnete Entfernungsmoment macht sich jedoch durchwegs weiter geltend, das Sammelbild rückt scheinbar immer näher heran.

Gelegentlich der Mittheilung dieser Versuche machte mich Rollett auf das Zutagetreten eines Raddrehungs-Effectes in der erhobenen und in der gesenkten Blickrichtung aufmerksam, was ich an dieser Stelle als nicht in näherer Beziehung zu meinem Thema stehend nur noch kurz erwähnen möchte. Benützt man nämlich zwei parallele linienförmige verticale Objecte, Kreidestriche auf einer Tafel oder am einfachsten zwei Blitzableiter auf einem niedrigeren gegenüberliegenden Gebäude, zu den obigen Versuchen, so erscheint das Sammelbild bei gerader Blickrichtung vertical, bei erhobener ein wenig nach oben hinten geneigt, bei gesenkter sehr stark geneigt, fast umgelegt, und zwar das untere Ende herein-, das obere hinausgerückt. Das Eintreten einer Raddrehung beim Erheben oder Senken des Blickes ist nicht so schwer vorstellbar. Die gerade Erhebung und Senkung des Blickes kommt ja durch das wechselweise Zusammenwirken des oberen und unteren geraden mit den beiden schiefen Augenmuskeln zu Stande²⁾: es bedarf nur des gelegentlichen Uebewiegens des einen oder des anderen der entgegengesetzten Raddrehungsmomente je eines schiefen und des entsprechenden geraden Muskels (Obliquus sup. und Rectus inf., Obliquus inf. und Rectus sup.). Nach der obigen Beobachtung wäre beim erhobenen Blicke

1) S. 394, vgl. auch S. 391 f.

2) Vgl. S. 367, Fussnote.

eine geringe Raddrehung im Sinne der Raddrehungs-Componente des oberen geraden Muskels, beim gesenkten Blicke eine stärkere Raddrehung im Sinne des *Obliquus superior* anzunehmen. —

Wir wollen nun noch kurz überblicken, wie sich unsere Annahme eines Convergenz- (und Accommodations-?) Impulses beim erhobenen Blicke zur Erklärung der übrigen angeführten Beobachtungen, insbesondere in Bezug auf die Form des Himmelsgewölbes und nähere irdische Objecte eignet. Dass das Himmelsgewölbe bei aufrechtem Stande im Zenith, oder im Allgemeinen dort, wo es mit erhobenem Blicke gesehen wird, näher erscheint als am Horizonte, oder wo es mit gerader Blickrichtung gesehen wird, lässt sich auf zwei verschiedene Arten erklären: einmal, wie schon S. 380 f. abgeleitet worden ist, als secundäre Folgeerscheinung des für die Gestirne eben erörterten Umstandes, dass gleiche Dimensionen, für deren Entfernungs- und Grössenschätzung keine Anhaltspunkte vorliegen, bei erhobenem Blicke kleiner erscheinen als bei gerader Blickrichtung. Zum zweiten lässt sich aber auch leicht eine directe Ableitung aus unserer obigen Annahme aufstellen, indem man annimmt, dass hier, wo es sich nicht um die Wahrnehmung bestimmter begrenzter Objecte handelt, damit auch der Anlass für das Auftreten eines Grössenmomentes wegfällt und daher das Distanzmoment wirksam wird: die mit Convergenz-Impuls gesehenen Abschnitte des Gewölbes erscheinen näher als die ohne Convergenz-Impuls gesehenen, bei aufrechtem Stande also das Zenith näher als der Horizont, die Kuppe abgeflacht. Vielleicht wirken bei der Bildung unserer Vorstellung von der Form des Himmelsgewölbes auch beide, dieses primäre und das ersterwähnte secundäre Moment zusammen.

In horizontaler Rückenlage erscheint mir, wie S. 378 erwähnt wurde, das Himmelsgewölbe bei gesenktem Blicke (fusswärts) noch etwas weiter entfernt als in der geraden Blickrichtung (zenithwärts), während nach Filehne im Kniehange, also bei Betrachtung des Horizontes mit verkehrter gerader, des Zenith mit „nach aufwärts“ gesenkter Blickrichtung die Halbkugelform des Firmamentes wieder hergestellt erscheint¹⁾. Wenn beim Senken des Blickes, nach Hering, rein mechanisch Convergenz²⁾ eintritt, so muss diese beim Blicke in die Entfernung durch einen activen Divergenz-Impuls auf-

1) Vgl. S. 379 f.

2) Vgl. S. 393.

gehoben werden. Daher muss, wenn das Distanzmoment wirksam wird, die Entfernung noch grösser geschätzt werden als ohne Divergenz- (gerader Blick zenithwärts) oder gar mit Convergenz-Impuls (erhobener Blick scheitelwärts). In den Versuchen von Filehne war der Unterschied zwischen gerader und gesenkter Blickrichtung anscheinend nicht so deutlich wie in horizontaler Rückenlage. Ich fand ihn übrigens gleichfalls — soweit hier eine Schätzung erlaubt ist — bedeutend geringer, als den Unterschied in der Schätzung der Entfernung bei erhobenem und bei geradem Blicke¹⁾.

Auch für die Täuschungen über die Entfernungen näherer indischer Objecte lässt sich eine ähnliche Erklärung aufstellen, wie für die Entfernungstäuschungen bei weit entfernten Objecten, wo das Distanzmoment deutlich wird. Nahe Objecte werden nach unserer obigen Annahme bei erhobenem Blicke mit stärkerem Convergenz- (und Accommodations-? ²⁾) Impulse gesehen werden müssen als bei gerader Blickrichtung: sie erscheinen daher kleiner bei erhobener als bei gerader Blickrichtung³⁾; sie sollten auch im ersten Falle näher erscheinen als im zweiten. Nun scheint aber bei nahen Objecten, insbesondere, insoferne ihre wirklichen Dimensionen einigermaassen bekannt sind, das von der scheinbaren Grösse abgeleitete secundäre Entfernungsmoment⁴⁾ über jenes primäre zu überwiegen, und dasselbe Object wird bei erhobenem Blicke für weiter gehalten, weil es kleiner erscheint, und bei geradem Blicke für näher, weil es grösser erscheint, während der subjective Grössenunterschied dabei verschwindet. Für diese Erklärung scheint mir auch die Reciprocität zwischen Entfernungs- und Grössentäuschungen bei den bezüglichen Versuchen⁵⁾ zu sprechen.

An verschiedenen Stellen der vorliegenden Mittheilung ist auf einen merklichen Einfluss der Zeitdauer der Betrachtung oder Einnahme der betreffenden Körperhaltung und Blickrichtung auf die Deutlichkeit der dabei auftretenden Täuschungen hingewiesen worden⁶⁾. Schon oben wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass dieser Um-

1) Vgl. S. 379.

2) Auch der Accommodations-Impuls muss hier grösser sein, so lange ein Entspannungs-Impuls gegenwirkt (vgl. S. 394, Anm. 2).

3) Vgl. S. 387, 388.

4) Vgl. S. 391 u. 394.

5) Siehe S. 386.

6) S. 368, 369, 378, 387.

stand zum Theile auf Ermüdungsvorgänge, zum Theile auf das erst allmälige Absinken der von einer Neueinstellung des Auges her verbleibenden Spannung in den beteiligten Muskeln zurückzuführen sei. Bei der Herstellung der geraden Blickrichtung, besonders in solchen Körperstellungen, die von der aufrechten Haltung abweichen, werden aller Wahrscheinlichkeit nach anfänglich noch gewisse Muskelspannungen, auch im Convergenz- (und Accommodations-?) Apparate vorhanden sein, die dem endgültigen, mit der zulässigen maximalen Entspannung dieser Muskelapparate verbundenen Grössen- oder Entfernungseindrücke noch nicht entsprechen. Erst einige Zeit (2 bis 3 Minuten) nach Einnahme der betreffenden Stellung scheint sich dieser Ruhe- und Entspannungszustand vollkommen ausgebildet zu haben. Beim plötzlichen Erheben des Blickes, wie wahrscheinlich auch beim plötzlichen Senken wird vorübergehend ein Plus an Spannungs-, Entspannungs- oder Gegenspannungs-Impuls wirksam werden, welches das in einigen Versuchen mit raschem Blickwechsel besonders deutliche Hervortreten der betreffenden Täuschungen erklärlich macht. — Beim längeren Verharren mit stark erhobener Blickrichtung wird der anfänglich mässige Convergenz-Impuls in Folge der auftretenden Ermüdung, die ja bald sogar fühlbar wird, allmählig stärker werden müssen und daher wiederum ein Deutlicherwerden der Täuschung bedingen.

S. 379 habe ich erwähnt, dass mir in Rückenlage, wenn ich den Blick möglichst stark stirnwärts wendete und den Kopf so weit hintenüber neigte, dass auch der nähere irdische Horizont sichtbar wurde, die Perspective erhöht erschienen ist. Ich glaube, dass auch diese Beobachtung in gutem Einklange mit unserer Annahme des Vorhandenseins eines besonderen Convergenz-Impulses beim erhobenen Blicke steht. Im Vergleiche mit der geraden Blickrichtung wird darnach beim Einstellen auf nähere und entferntere Objecte die Einstellung bei erhobener Blickrichtung durchwegs in höheren Graden von Convergenz-Impulsen vor sich gehen, also solchen, wie sie bei gerader Blickrichtung näheren Distanzen und demgemäss erhöhter Perspective entsprechen.

Endlich scheint mir auch die verkleinernde Wirkung nahe vor dem Auge oder vor beiden Augen befindlicher Planspiegel und Prismen (auch Farb- oder Rauchgläser?¹⁾) durch unsere Annahme

1) Siehe S. 373.

eine Erklärung zu finden, welche sich an die schon von Filehne ausgesprochene Annahme einer unwillkürlichen Accommodation ¹⁾ beim Blicke in den nahen Spiegel anschliesst. Ich möchte diese Erklärung nämlich so fassen, dass beim Blicke in den Spiegel primär mehr oder weniger Convergenz und Accommodation auf den nahen Spiegel, besonders beim Aufsuchen des Objectes mit demselben, stattfindet. Wird dann das Object selbst eingestellt, so geschieht dies unter solchen Verhältnissen vermutlich nicht durch Nachlassen des bestehenden Convergenz- und Accommodations-Impulses, wie etwa beim unmittelbaren Anschauen eines entfernten Objectes, nachdem ein anderes nahes betrachtet worden ist, sondern durch das Wirksamwerden entgegengesetzter, Divergenz- und Entspannungs-, Impulse. In Folge des Fortbestandes eines Convergenz- und Accommodations-Impulses wird aber das Object nicht so gross (und weit) gesehen, als ohne Spiegel. Diese Folgerung gilt freilich nur unter der Annahme, dass für solche Schätzungen die ersteren Impulse von vorwiegendem Einflusse sind; doch scheint mir diese Annahme nach allen vorliegenden Erfahrungen nicht ungerechtfertigt. Die wirkliche Verkleinerung des Netzhautbildes in Folge der Vergrösserung der Entfernung des Objectes beim Anblicke durch den Spiegel von demselben Standpunkte aus kommt für entferntere Objecte wohl nicht in Betracht. — Es ist ersichtlich, dass diese Erklärung ein wenig von der einfachen Annahme einer unwillkürlichen Accommodation verschieden ist, wesshalb ich früher geäussert hatte, mich der Erklärung Filehne's nur mir einer gewissen Reserve anschliessen zu können ²⁾. In den Spiegelversuchen Filehne's sowie bei der Verwendung von Spiegeln in grösserer Entfernung vom Beobachter ³⁾ fällt natürlich der Anlass für das Auftreten von Convergenz- und Accommodations-Impulsen durch die Verwendung des Spiegels an sich, somit auch der davon abhängigen Grössentäuschungen hinweg. Wie schon oben angedeutet, vermuthe ich bei Anwendung von Prismen und Farbgläsern ähnliche Verhältnisse, wenn Verkleinerung der Bilder auftritt. —

Die maassgebendsten der in der vorstehenden Mittheilung beschriebenen und erläuterten Erscheinungen glaube ich, allerdings schon in theilweiser Anlehnung an die von uns angenommene Er-

1) Siehe S. 373.

2) S. 373.

3) Vgl. S. 375.

klärung für dieselben, in die grosse Gruppe der Mikropsie-Erscheinungen einreihen oder ihr angliedern zu dürfen. Denn sie lassen sich mehr oder weniger direct oder indirect in der Hauptsache darauf zurückführen, dass Dimensionen bei erhobenem Blicke kleiner erscheinen als bei geradem. Sie umgekehrt als Makropsie bei geradem Blicke aufzufassen, erscheint mir mit Rücksicht auf die bei der positiven Grössentäuschung fast durchwegs vorhandene „Ruhestellung“ des Auges weniger einleuchtend. Ich habe über eine „Mikropsie bei erhobenem Blicke“ in der Litteratur allerdings keine Mittheilungen auffinden können; allein wir haben gesehen, dass eine solche nur unter besonderen Umständen hervortritt und öfter durch das Vorwiegen eines Distanzmomentes verdeckt werden kann. Wenn unsere Erklärung für diese Mikropsie richtig ist, dann liesse sie sich als Mikropsie in Folge von starkem Convergenz- (und Accommodations-?) Impulse vielleicht der Prismen- und Convergenzplatten-Mikropsie, oder den Mikropsien von Panum und von Schirmer zunächst anreihen¹⁾. —

Ich bin mir des Hypothetischen im zweiten Theile dieser Schrift²⁾ wohl bewusst: jedoch glaubte ich die vorangehenden Mittheilungen, welche den Einfluss der Blickrichtung auf die scheinbare Grösse der Gestirne und die scheinbare Form des Himmelsgewölbes, sowie auf gewisse Täuschungen bezüglich irdischer Objecte wahrscheinlich machen, nicht herausgeben zu sollen, ohne wenigstens den Versuch einer physiologischen Erklärung der Erscheinungen gemacht zu haben. —

1) Reddingius, l. c. (siehe S. 393, S. 110 f., 122 f.).

2) Von S. 392 an.