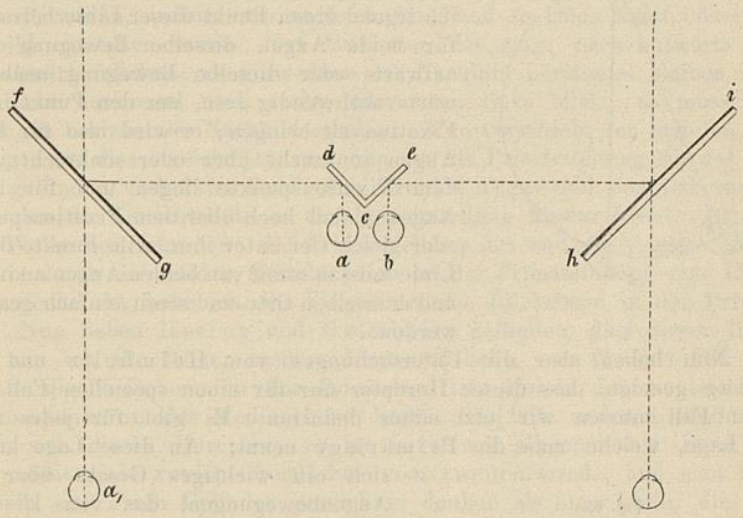
dem grösseren Convergenzwinkel der Gesichtslinien, die Gegenstände für viel näher halten. Ich werde, da ich sie für näher halte, sie auch für kleiner halten, und weil die Ungleichheit der Netzhautbilder in beiden Augen jetzt viel grösser ist, als wenn ich mit freiem Auge sehe, so werde ich auch die Tiefendimensionen viel besser beurtheilen können, als ich

Fig. 61.



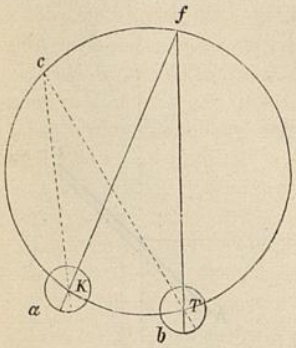
es früher gekonnt, indem viel grössere Veränderungen im Convergenzwinkel meiner Gesichtslinien nothwendig sind, um einmal einen ferneren und ein anderes Mal einen näheren Punkt in die Fixation zu bringen. Ich werde die Gegenstände sehen, als ob sie in kleinen, in zwerghaften Dimensionen ausgeführt und nahe vor mir wären.

Horopter.

Wir haben uns bis jetzt immer begnügt zu sagen: Wenn ein Gegenstand weiter von uns entfernt ist als der Fixationspunkt, wird er doppelt gesehen, und wenn ein Gegenstand näher ist als der Fixationspunkt, so wird er auch doppelt gesehen. Nun fragt es sich: welche Punkte zwischen den entfernteren und den näheren werden denn ausser dem Fixationspunkte einfach gesehen? Denken Sie sich, ich hätte in *a* mein linkes Auge und in *b* hätte ich das rechte; *f* sei der Fixationspunkt. Denke ich mir durch die Drehpunkte meiner beiden Augen und durch den Fixationspunkt einen Kreis, und untersuche ich, ob mir der Punkt *c* in demselben einfach oder doppelt erscheinen muss, so finde ich, dass ich beide Augen um gleich viel Grade nach links wenden müsste, um ihn in die Fixation zu bekommen, denn *c K f* und *c T f* sind Peripheriewinkel auf demselben Bogen. Er wird also beiden Augen um gleichviel nach links von dem einfach gesehenen Fixationspunkte *f* und somit auch einfach erscheinen. Auf dieselbe Weise lässt sich für jeden anderen Punkt dieses Kreises darthun, dass er einfach gesehen werden muss. Der Kreis ist der Horopterkreis

von Johannes Müller, indem wir mit dem Namen Horopter den Inbegriff der Punkte bezeichnen, die gleichzeitig einfach gesehen werden.

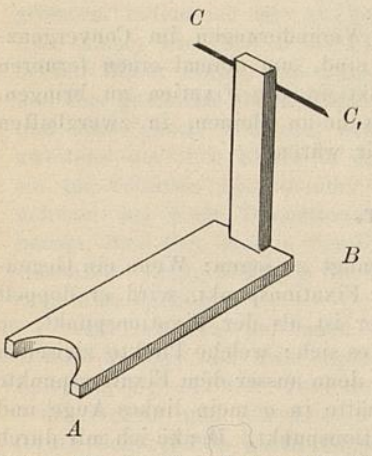
Fig. 62.



Nun denken Sie sich, ich hätte in *f* eine senkrechte Linie aufgerichtet, wobei vorausgesetzt ist, dass *f* hier in der Medianebene liegen soll, die ich mir durch meinen Kopf hindurchgelegt denke. Dann wird, wenn ich irgend einen Punkt dieser Linie betrachte, für beide Augen dieselbe Bewegung nach aufwärts oder dieselbe Bewegung nach abwärts nothwendig sein, um den Punkt in die Fixation zu bringen; er wird also für beide Augen senkrecht über oder senkrecht unter dem Fixationspunkte liegen und für beide Augen gleich hoch über dem Fixationspunkte oder gleich tief unter ihm. Alle Punkte dieser Linie müssen somit von beiden Augen an einem und demselben Orte und somit einfach gesehen werden.

Nun haben aber die Untersuchungen von Helmholtz und von Hering gezeigt, dass dieser Horopter nur für einen speciellen Fall gilt. Diesen Fall müssen wir jetzt näher definiren. Es gibt für jedes Auge eine Lage, welche man die Primärlage nennt. An diese Lage knüpft sich ein wichtiges Gesetz über die Augenbewegungen, das von Listing aufgestellt wurde und nach ihm das Listing'sche Gesetz genannt wird. Dieses Gesetz sagt uns, dass, wenn ein Auge sich in der Primärlage befindet und in irgend eine andere Lage übergeht, es sich jedesmal um eine Axe dreht, welche auf einer Ebene senkrecht steht, die der alten Gesichtslinie und der neuen Gesichtslinie gemeinschaftlich ist, in der sowohl die alte als die neue Gesichtslinie liegt. Diese Primärlage des Auges lässt sich ermitteln, indem man auf einem Brettchen *A B* ein zweites Holzstück in der Weise befestigt, wie es Figur 63 nach Helmholtz zeigt. Bei *A* wird auf beiden Seiten Siegellack aufgeträufelt, in das man, wenn es zu erhärten beginnt, die Zähne hineinbeisst, damit das Brettchen ein- für allemal dieselbe Lage gegen den Kopf des Beobachters behält. Nun bringt man an dem aufrechtstehenden Holzstücke den verschiebbaren Papierstreifen *C C*, an, der, je nachdem man kurzsichtig oder weitsichtig ist, näher oder weiter vom Auge entfernt und hinreichend starr, aus Kartenpapier geschnitten sein muss. Dann blickt man nach einem entfernten Punkte und lässt die Doppelbilder dieses Papierstreifens so übereinander fallen, dass sie sich mit ihren Enden decken. Dann schneidet man so lange ab, bis die Enden

Fig. 63.



der Bilder sich gerade berühren und somit die Länge des Papierstreifens gerade der Entfernung der Drehpunkte der beiden Augen von einander gleich ist. Jetzt ist das Instrument zugerichtet und man kann darangehen, die Primärstellung für die Augen aufzusuchen. Zu dem Ende befestigt man an einer entfernten Tapetenwand, an der horizontale und verticale Linien kenntlich sein müssen, einen lebhaft gefärbten horizontalen Streifen, z. B. ein lebhaft gefärbtes Band, und blickt mit dem einen Auge an der Spitze $C_{,}$ vorbei, indem man zugleich das Band so lange fixirt, dass ein Nachbild entstehen muss. Nun lässt man das Auge nach aufwärts und nach abwärts blicken: es muss dann das Nachbild horizontal bleiben, und wenn man horizontal nach rechts oder nach links blickt, so muss man wieder ein horizontales Nachbild erhalten. Man verschiebt den Streifen $C\,C_{,}$ so lange, bis dies erreicht ist, und nun ist die Primärstellung für das eine Auge gefunden und fixirt durch den Ort des Auges und den Ort von $C_{,}$, durch den die Gesichtslinie in der Primärstellung hindurchgeht. In analoger Weise bestimmt man die Primärstellung des anderen Auges. Wenn ich mir durch die beiden Gesichtslinien in der Primärstellung eine Ebene gelegt denke, so habe ich die Visirebene, die Blickebene in der Primärlage. Nun haben Hering und Helmholtz gefunden, dass dieser Horopter, wie ich ihn früher auseinandergesetzt habe, nur für den Fall gilt, in dem die Visirebene in der Primärlage ist, und in dem zugleich der Fixationspunkt in der Medianebene liegt. Für alle anderen Stellungen ändert sich dieser Horopter; er ist in seiner allgemeinsten Form die Durchschnittslinie zweier Oberflächen vom zweiten Grade, und man kann ihn sich auf einen Cylinder gezeichnet denken als eine Linie, die erst senkrecht, das heisst parallel der Cylinderaxe, nach abwärts geht, dann eine Biegung macht, um den ganzen Cylinder zu umkreisen, und dann wieder eine Biegung macht, um weiter senkrecht nach abwärts zu gehen. Der Kreishoropter mit der verticalen Linie ist nur ein specieller Fall des allgemeinen Horopters, der dadurch entsteht, dass die Schleife, mit der er den Cylinder umkreist, sich schliesst und so die aufsteigende und die absteigende Branche sich zu einer geraden Linie vereinigen.

Das Gehör.

So wie wir bei allen Erregungen des N. opticus immer Lichtempfindung hatten, so haben wir bei allen Erregungen des N. acusticus Gehörsempfindungen. Die gewöhnlichen Wahrnehmungen, welche demselben zukommen, sind Erschütterungen, die ihn in Gestalt von Schallwellen treffen. Aber auch alle anderen wirksamen Erregungen rufen in ihm Gehörsempfindungen hervor. So kann der N. acusticus pathologisch erregt sein. Am häufigsten geschieht dies in der Weise, dass man für kurze Zeit, manchmal auch für längere Zeit, sehr hohe Töne hört; häufig auch so, dass man ein Sausen und Rauschen hört, wie das Sausen des Windes und das Brausen des Meeres, auch wohl wie entferntes Wagenrollen. Dieser Zustand kann permanent werden und so quälend, dass die davon Heimgesuchten in Melancholie verfallen.