

strahlen fallen. Die weiteren fünf behandeln das Sehen unter einem bestimmten Gesichtswinkel. Die weiteren Grundsätze 4 bis 7 erklären das Sehen im Verhältnis zum Gesichtswinkel in der Weise, daß das unter größerem Winkel Gesehene größer erscheint und die Umkehrung dieses Grundsatzes; wie auch, daß von linken Strahlen oder höheren Gesehenes weiter links bzw. höher erscheint. Der achte Grundsatz besagt, daß unter mehreren Winkeln Gesehenes deutlicher erscheint. Auf diese acht Grundregeln baut Euklid nun sein ganzes System auf, welches er nach der Ausgabe von Heiberg in 61 Regeln zusammenfaßt. Das Werk Euklids ist deshalb für uns von solch großer Wichtigkeit, da es das älteste ist, welches uns einen genauen Einblick verschafft in die damaligen Verhältnisse und nicht zuletzt deswegen, weil es das erste ist, welches den Sehvorgang in geometrische Figuren kleidet. Der Hauptsache nach befassen sich seine Aufzeichnungen mit perspektivischen Erscheinungen. Mit Hilfe geometrischer Skizzen sucht er zu beweisen, wie die gleichen Gegenstände in verschiedenen Entfernungen vom Auge erscheinen, nicht nur wie die Größe sich ändert, sondern auch auf die Veränderungen der Formen geht er ein. Ein größerer Abschnitt ist den Beweglichkeitsvergleichen gewidmet. Er beweist, in welcher Weise zwei in der gleichen Geschwindigkeit sich fortbewegende Gegenstände in verschiedenen Entfernungen auf unser Auge wirken. Besonders wie sie sich bei ihrer Fortbewegung gegeneinander verschieben.

Wie Euklid der erste ist, der es unternommen hat, die Geometrie in ein Gebiet zu bringen, welches bis dahin noch als rein medizinisch galt, so ist er auch der erste, der es versuchte, den Begriff der Sehschärfe wissenschaftlich zu untersuchen. Während bis dahin die Sehschärfe des einzelnen als unbegrenzt galt, setzt Euklid ihr ziemlich enge Grenzen. Wie ich schon eingangs erwähnte, dachte er sich den Sehvorgang auf die Weise, daß Sehstrahlen aus dem Auge hinauslaufen. Da seine Strahlen divergent das Auge verlassen, bilden sie im Scheitel einen bestimmten Winkel. Zwischen den einzelnen Strahlen denkt er sich dunkle Zwischenräume. Wird nun irgendein Gegenstand von den Schenkeln eines Winkels erfaßt, so kommt er uns zum Bewußtsein. Das Objekt, welches von keinem solchen Sehstrahl getroffen wird, können wir seiner Ansicht nach auch nicht sehen. Nehmen wir z. B. irgendeinen Winkel an, der an einer Stelle von einer Geraden geschnitten wird, so treffen diese Gerade nur zwei Strahlen. Der Zwischenraum müßte nach der eben besprochenen Ansicht Euklids dunkel sein. Oder mit anderen Worten gesagt, wir könnten von einem Gegenstand immer nur Ausschnitte sehen. Er kommt mit dieser Behauptung auch der heutigen Wissenschaft nahe, denn auch für uns gilt es als Tatsache, daß sich jedes gesehene Bild aus ungeheuer vielen Lichtpünktchen zusammensetzt. Diese Lichtpünktchen, die bei uns den Netzhautteilchen (Stäbchen und Zapfen) zugeschrieben wird, teilte Euklid der Bewegung des Auges zu. Durch rasches Hin- und Herwenden des Auges tasteten die Sehstrahlen das ganze Objekt ab, und brächten auf diese Weise es uns zum Bewußtsein. Hirschberg vergleicht

diese Art des Sehens mit dem nichtbrechenden Insektenauge, welches bekanntlich aus unzähligen Einzelflächen zusammengesetzt ist. Gehen wir wieder auf unseren Winkel zurück und nehmen an, es sei dies der kleinste Winkel unter dem uns ein Gegenstand sichtbar werden könnte. Die Gerade haben wir so gewählt, daß die beiden Schenkel gerade die Endpunkte treffen. Wenn wir die Gerade nun in der gleichen Länge einige Zentimeter weiter nach außen verlegen, so wird sie von keinem Schenkel berührt und ist uns demnach nicht mehr sichtbar. Nach diesem Winkel, unter dem man eben noch einen Gegenstand deutlich wahrnehmen konnte, suchte Euklid die Sehschärfe zu bestimmen. Treffen nach seinem Dafürhalten mehrere Sehstrahlen ein Objekt, so erscheint es uns deutlicher. Seine Untersuchung hatte das Resultat, daß die Deutlichkeit eines Gegenstandes proportional der Anzahl der Sehstrahlen, die auf ihn fallen, zunimmt.

Nachdem Euklid nun den Bann gebrochen hatte, machten seine Nachfolger auf diesem Gebiete rasche Fortschritte. Ungefähr 100 v. Chr. suchte der Alexandriner Hero, ein einfacher Mechaniker, die Theorie des Lichtes und seine Fortpflanzung zu untersuchen. Seine Lehre ist zusammengefaßt dahingehend, daß die Lichtstrahlen sich gradlinig fortpflanzen, nach den ihm schon damals bekannten Fallgesetzen, nach denen ein geschleuderter Gegenstand auf dem kürzesten Weg an sein Ziel zu gelangen sucht. Da in der ganzen Periode, vor wie auch nach ihm, nicht von Lichtstrahlen gesprochen wurde, so wird wohl anzunehmen sein, daß er, abweichend von der Ansicht des Venturi, nicht Lichtstrahlen, sondern die Euklidschen Sehstrahlen gemeint hat. Die nächste Entwicklungsstufe wird wohl Kleomedes (50 n. Chr.) sein, der zuerst die Brechungsgesetze zu beweisen suchte, nur daß für ihn Dioptrik und Katoptrik wesentlich gleiche Begriffe sind. Plutarch hinwiederum vertritt die Ansicht Euklids, mit dem Unterschied, daß er die Erklärung des beidäugigen Sehens auf diese Basis zu ergründen sucht. Er findet auch eine Lösung, die abweichend von den heutigen Ergebnissen, die Kardinalpunkte außerhalb des Auges sucht. Er glaubt richtig annehmen zu müssen, daß die äußeren Strahlen senkrecht in der Blickenebene liegen müssen, während die inneren divergieren, so daß sich die beiden Strahlenkegel bis zum Gegenstand ineinandergeschoben haben.

Es bleibt auf jeden Fall als Tatsache bestehen, daß Euklid es war, der als erster die Sehschärfe uns geometrisch erschlossen hat, und daß seit dieser Zeit alle seine Nachfolger großen Wert darauf legten, die Berechnungen der Funktionen unseres Sehorgans in jeder Weise auszubauen. Wenn auch immer wieder Aerzte gegen die mathematische Betrachtung des Auges Sturm liefen, so konnten sie doch dieser Bewegung nicht Einhalt gebieten, und sind durch die Entwicklung bis auf die heutige Zeit sogar gezwungen, sie in allen nichtmedizinischen Fällen selbst anzuwenden. Wenn M. v. Rohr den Beruf der Optiker in drei Kategorien teilt, in Ophthalmologen, rechnende Optiker und Ladenoptiker, so können wir den zweiten Stand ruhig auf Euklid als den ersten rechnenden Optiker zurückführen.

Die Skiaskopie

Die Skiaskopie ist die einfachste Art der objektiven Untersuchungsarten, und ihre Theorie genau beobachtet zu haben, ist das Verdienst des Cuignet, der, wie wir schon in einer der vorigen Nummern gehört haben, als erster die Schattenprobe zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit angewandt hat. Wenn auch Landolt erst die richtige Erscheinung erklären konnte, so ist damit das Verdienst Cuignets nicht geschmälert.

Bei der Schattenprobe kommt es zunächst einmal darauf an, was für einen Spiegel wir verwenden. Die Erscheinung ist entsprechend der Wahl des Spiegels gerade entgegengesetzt. Gehen wir von der ersten in der vorigen Nummer behandelten Erscheinung aus, daß wir, wenn wir mittels des Augenspiegels in eine Pupille Licht einfallen lassen, wir diese rot aufleuchten sehen. Drehen wir den Spiegel nun von rechts nach links, so können wir beobachten, daß