

absolut gültigen Parallelaxiom EUKLID's unabhängig ist und nur die als aprioristisch gegeben anerkannte „Zahl“ zum Beweise benutzt, kann doch nicht den empirischen Ursprung der Raumvorstellung beweisen. Es ist den Mathematikern wie den Philosophen der empiristischen Schulen nicht gelungen, den Ursprung der Axiome des EUKLID und den unserer dreidimensionalen Raumanschauung zu erklären.

Erst die Entdeckung eines speciellen Raumsinnesorganes hat dies erreicht. Durch dieses ist uns als physiologische Fundamentalempfindung, die der „Richtung“ gegeben und zugleich die Vorstellung von der Gleichförmigkeit einer Richtung. Die Definition der Richtungsempfindung kann aber so wenig verlangt werden, wie die anderer physiologischer Grundempfindungen z. B. süß, bitter, roth, grün, violett; sie sind gegeben.

Betrachtet man nun die Sätze des EUKLID, so wird man z. B. den Satz: „Eine gerade Linie ist diejenige, welche zwischen allen in ihr befindlichen Punkten auf einerlei Art liegt“, physiologisch so formuliren: Die gerade Linie ist die Linie einer Richtung, wobei der Begriff der Richtung als Grundempfindung gegeben ist. Ferner der Satz: „Jede begrenzte gerade Linie kann stetig in gerader Richtung verlängert gedacht werden“ lautet physiologisch: Die ideale gerade Linie ist die veranschaulichte Vorstellung einer empfundenen Richtung. Der Beweis dafür, daß der Begriff der geraden Linie als Function eines Sinnesorganes, des Labyrinthes, gelten muß, liegt darin, daß alle Thiere und Menschen, die ein normal functionirendes Sinnesorgan — und nur solche — die gerade Linie als kürzesten Weg kennen. Beweis: Experimente, labyrinthlose Thiere z. B. Bienen etc.

Die gleiche Argumentation wird für den Satz von den parallelen Linien resp. gleichen Richtungen durchgeführt, ferner für die Definition des Winkelbegriffes, wobei der rechte Winkel auf Grund der anatomischen Anordnung der Bogengänge als Ausgangswinkel angesprochen wird, ebenso für die Ebene und endlich für den Punkt, in dem alle Richtungsempfindungen zusammentreffen und der als das „untheilbare Bewußtsein“ bezeichnet wird.

Der physiologische Ursprung der Axiome ist also der Grund für ihre apodiktische Gewissheit; sie beruhen auf sinnlicher Erkenntnis und unterscheiden sich von physikalischen Gesichtspunkten betrachtet sehr wesentlich von den Nicht-EUKLID'schen Geometriesätzen, die transcendental sind, deren Raumformen imaginär und nicht vorstellbar sind.

Ob der Raum real existirt, darüber mögen die Metaphysiker streiten; seine Eigenschaften sind für den Physiologen durch die Form der Wahrnehmungen des Raumsinnes gegeben. Ob bei anderer Anordnung des Raumsinnesorganes auch etwa vierdimensionale Raumvorstellungen zu Stande kommen könnten, oder ob die dreidimensionale den realen Eigenschaften des Raumes entspricht, ist nicht zu entscheiden.

H. PIPER (Berlin).

E. v. CYON. Beiträge zur Physiologie des Raumsinnes. I. Neue Beobachtungen an den japanischen Tanzmäusen. *Pflüger's Archiv* 89, 427—453. 1902.

Eine Collection von 7 Exemplaren japanischer Tanzmäuse wurde auf Grund ihrer äußeren Erscheinung und der Art der an ihnen beobachteten

Bewegungen in zwei Gruppen getheilt. Eine Gruppe von 3 Exemplaren zeigte die auch sonst bei diesen Thieren festgestellten Erscheinungen: Sehr lebhaftes Tanzen um eine verticale Axe, Manegebewegungen, Unfähigkeit in gerader Richtung zu laufen, dagegen Fortbewegung in Zickzacklinien, Halbkreisen oder in Richtungen, welche schräg diagonal zur Körperlängsaxe liegen. Sie waren unfähig sich auf schiefer Ebene zu bewegen, waren völlig taub und nicht im Stande vertical aufwärts zu klettern. Die zweite Gruppe von 4 Exemplaren führten viel weniger lebhaft Tänze aus. Die Vorwärtsbewegung erfolgte in Halbkreisen, Zickzack und Diagonalen. Sie konnten auf schrägen Ebenen, Leisten und Treppen, auch an geeigneten Wänden in verticaler Richtung klettern. 2 Thiere dieser Gruppe waren taub und weniger geschickt beim Klettern, die beiden anderen reagierten lebhaft auf den Schall der Galtonpfeife.

Nach Blendung zeigten die 3 Thiere der ersten Gruppe sich völlig unorientirt im Raum, vollführten heftige Zwangsbewegungen und überschlugen sich um alle Körperaxen. Von den 4 Thieren der zweiten Gruppe zeigten die beiden tauben wenig Zwangsbewegungen, die beiden anderen vollführten fast ebenso sichere Bewegungen wie zuvor.

Die anatomische Untersuchung des Labyrinthes ergab, daß bei den 3 Thieren der ersten Gruppe der horizontale Bogengang völlig verkrüppelt, der verticale stark mißbildet war, bei den 4 Exemplaren der zweiten Gruppe aber war der verticale Gang fast normal und schien functionsfähig, der horizontale war ebenfalls geschrumpft. (Untersucht von RAWITZ.)

Es erhebt sich nun die Frage, ob diese Befunde mit dem durch operative Thierexperimente gewonnenen Gesetz übereinstimmen, daß nämlich die nach Durchschneidung je zweier symmetrischer Bogengänge auftretenden Körper- und Kopfbewegungen sich in der Ebene der operirten Canäle vollziehen. Es ergibt sich folgende Uebereinstimmung: Drehungen um verticale Axen, Manegebewegungen in horizontaler Ebene, pendelartige Schwingungen des Kopfes nach rechts und nach links, werden künstlich durch Zerstörung der horizontalen Bogengänge erzeugt. Die Tanzmäuse, bei denen die gleichen Bewegungen vorherrschend sind, zeigen Verkrüppelungen oder Schwund der Horizontalcanälchen. Schwieriger ist es, den Ursprung der Zickzack-, Halbkreis- und Diagonalbewegungen zu erklären. Die hier documentirte Unkenntniß der „geraden Linie“ ist wohl nicht allein Folge der Verkrüppelung der Bogengänge, sondern auch bedingt durch die wahrscheinlichen Veränderungen in den Fasern der Vestibularnerven und der centralen Gebilde, welche sie mit den Fasern der oculomotorischen Nerven verbinden. Auch kommt wohl in Betracht, daß bei der nach hinten gerichteten Convergenz der sagittalen Bogengangsebenen die hier besonders erforderliche symmetrische Congruenz bei den Ampullen-erregungen gestört ist. Die bei der Blendung der 3 erstangeführten Thiere auftretenden Erscheinungen stimmen mit dem überein, was bei Tauben nach Zerstörung sämtlicher Bogengänge beobachtet wird.

Die physiologische Interpretation der Thierexperimente und der Erscheinungen bei der Tanzmaus ist folgende: Nach Zerstörung des Bogenganges beobachtet man Ausfall seiner Function in der Form, daß die von ihm auszuübenden regulatorischen Hemmungen der Bewegungen fehlen,

welche sich in seiner Ebene vollziehen. Es ist ein Ausfall von Widerständen.

Diese Erscheinungen zeigen sich indessen nur bei Thieren, deren Organisation ursprünglich auf dreidimensionale Raumauffassung angelegt ist; daß dieses auch bei der Tanzmaus ursprünglich der Fall war, und die jetzt beobachteten Erscheinungen durch pathologischen Ausfall bestimmter Functionen bedingt ist, dafür spricht die rudimentäre, aber potentia dreisystemige Beschaffenheit des Bogengangapparates; ferner der Umstand, daß Thiere (Neunaugen), welche normalerweise nur 2 Bogengangpaare haben, die also nur 2 Richtungen kennen und für zweidimensionale Raumauffassung principiell organisirt sind, sich nur in den Ebenen der bei ihnen vorhandenen Bogengänge bewegen, nicht in der fehlenden. Die Tanzmaus dagegen vollführt ihre Bewegungen in der Ebene des ausgefallenen Bogenganges.

Im Ganzen sieht Cyon in diesen Beobachtungen eine schöne Bestätigung seiner Theorie, nach welcher das Labyrinth als Sinnesorgan für die Richtungs- und Raumempfindungen angesprochen wird.

H. PIPER (Berlin).

HUGO FEILCHENFELD. Ueber die Größenschätzung im Sehfeld. *Graefe's Arch. f. Ophthalm.* 53, S. 401—422. 1902.

F. geht davon aus, daß gerade die Größenschätzung und ihre Täuschungen ein gutes Mittel zur Beurtheilung der nativistischen und der empiristischen Erkenntnistheorie geben mußten, denn erstere erklärt diese Täuschungen durch angeborene Fehlerhaftigkeit der percipirenden Sinnesfläche, letztere durch Bewegungstäuschungen. Es käme also nur darauf an, bei der Analyse der Täuschungen unseres Augenmaasses die beiden Factoren: räumliche Qualification der Sinnesfläche und Bewegung auseinanderzuhalten. Zu diesem Zwecke, d. h. um die Augenbewegungen auszuschalten, habe man bisher, der HELMHOLTZ'schen Autorität folgend, die Methode der Beleuchtung mittels elektrischen Funkens gewählt, wodurch die Beobachtung auf einen Moment zusammengedrängt, unsicher und mangelhaft wurde.

Daher verzichtet F. darauf und beobachtet — unter Vermeidung wenigstens gröberer Bewegungen — bei gewöhnlichem Tageslicht, wozu natürlich wegen der Ueberwindung des starken Maculareinstellungsreflexes und der nothwendigen Beurtheilung peripherer Netzhautbilder große Uebung gehört.

F. fixirte monocular ein in der Frontalebene angebrachtes Linienkreuz, dessen Mittelpunkt in Augenhöhe stand; jeder Arm hatte eine Länge von 10 cm. Unter Sehfeld versteht F. mit HELMHOLTZ die Gesammtheit aller auf der Netzhaut eines ruhenden Auges abgebildeten Punkte resp. deren Außenprojection. Bei Fixirung des Mittelpunktes erscheint für F. in gewöhnlichem Leseabstand der temporale Arm gleich dem nasalen. Bei Annäherung beginnt eine immer stärker werdende Ueberschätzung des nasalen. Frühere Untersucher hatten für den Leseabstand widersprechende Angaben gemacht, bald Ueberschätzung der nasalen, bald der temporalen Hälfte. Als Ursache nimmt nun F. die Form des Sehfeldes an, das bekanntlich asymmetrisch zur Gesichtslinie temporal viel weiter über die Linie hinaus-