

zur Ausbildung gekommen ist. In derartigen Fällen gelingt es häufig nach Beseitigung der Schielstellung durch geeignete Methoden, die schlummernde Netzhautkorrespondenz zu wecken und zur Entfaltung ihrer normalen Funktion zu bringen.

Die physischen Bedingungen des psychogalvanischen Phänomens.

Von

Dr. R. Bujas.

Die Anordnung, von der ausgegangen wurde, bestand in einer einfachen Serienschaltung der Vp. mit Elektroden und Meßinstrument, also ohne äußere Stromquelle. Der Körper wurde gewöhnlich durch Vermittlung der physiologischen Lösung mit unpolarisierbaren Elektroden in Kontakt gebracht; später wurden die Finger direkt in die Elektrodenlösung eingetaucht. Als Meßinstrument diente ein empfindliches Drehspul-Galvanometer. Bei den ersten Versuchen machte sich die Störung durch den Eigenstrom der Elektroden stark bemerkbar, doch wurde diese Fehlerquelle schließlich durch Konstruktion guter Elektroden beseitigt. Bei der Beobachtung der Ruhekurven fand sich etwas, das bisher unbeachtet geblieben war: die variable Körperwärme, welche vermutlich nicht ganz symmetrisch verteilt ist.

Um den Einfluß der Wärme zu prüfen, wurden die Finger der rechten Hand erwärmt, während die Linke normal blieb. In Verbindung mit dem Galvanometer zeigte sich da ein starker Ausschlag nach einer Richtung hin; als dann die linke Hand erwärmt wurde, während die Rechte normal blieb, erfolgte der Ausschlag in entgegengesetzter Richtung. Jedesmal war die wärmere Hand gegenüber der kälteren elektropositiv. Um zu ermitteln, ob die Wärme erst durch Beeinflussung physiologischer Faktoren den Strom bewirkt oder ob man auch ohne diese auskommt, wurde der Versuch gemacht, unter Nachbildung der physikalischen Verhältnisse in einem Modelle, also ohne Organismus, durch Temperaturunterschied einen Strom zu erzeugen. Das Modell bestand aus einem Glasrohr, dessen Mittelteil mit in physiologischer Lösung angemachtem Kaolinteig ausgefüllt war, daran grenzte beiderseits physiologische Lösung, dann, durch einen Kaolinpfropfen getrennt, der Elektrodenelektrolyt ZnSO_4 mit Zinkstäbchen. Der Kaolinteig des Mittelstückes vertrat die Gewebe-

membranen und zugleich den Körperwiderstand. Wurden die Zinkenden mit dem Galvanometer verbunden, so war die Anordnung mit eingeschaltetem Körper nachgeahmt. Bei Erwärmung des Rohres an einem Ende entstand ein Strom bestimmter Richtung, bei Erwärmung des anderen Endes ein Strom umgekehrter Richtung. Bei Abkühlung zeigten sich ebenfalls Ströme, jedoch in der entgegengesetzten Richtung als beim Erwärmen, so daß sich stets auf der Seite der höheren Temperatur die positive Elektrode befand.

Zur physikalischen Erklärung dieses Stromes konnte man annehmen, daß es sich hier möglicherweise um eine thermoelektrische Erscheinung handle, die bei Erwärmung oder Abkühlung der Grenze zwischen zwei Lösungen auftritt, wie dies von Metallen bekannt ist. Allein diese Annahme wurde hinfällig, als es sich zeigte, das unter sonst gleichen Umständen der Strom auch bei einer Lösung auftrat. Bei dem letzteren Versuche waren die Körpermembranen durch ein Gipsdiaphragma dargestellt. Da sich nach gewissen Theorien an Membranen bedeutende Potentialdifferenzen zeigen, konnte man vermuten, daß auch hier vielleicht eine solche Membranwirkung vorliege. Durch Beseitigung des Diaphragmas wurde auch diese Vermutung beseitigt, denn die Erscheinung blieb nach wie vor bestehen.

Schließlich verbleibt nur die Erklärung, daß der Strom auf Konzentrationsverschiedenheiten im Elektrolyten beruht, da durch die lokale Änderung der Temperatur der osmotische Druck und mithin die Konzentration der gelösten Substanz geändert wird. Die ungleiche Konzentration bewirkt nun eine Ausgleichungsbewegung, bei der die geschwindigeren Ionen schneller an die Stelle der geringeren Konzentration ankommen und ihre elektrische Ladung an die nähere Elektrode abgeben, während die langsameren Ionen zurückbleiben, weshalb ihre Ladung an der anderen Elektrode überwiegt. Zur Berechnung der Potentialdifferenz ist die Nernstsche Formel anwendbar. Da es sich hier um Salzlösungen handelt, bei denen die negativen Anionen größere Beweglichkeit als die positiven Kationen besitzen, muß die Stelle der kleineren Konzentration, also die kältere, sich negativ verhalten, die höher konzentrierte, wärmere Stelle dagegen positiv, was mit den Versuchsergebnissen übereinstimmt. Entsprechend dieser Auffassung muß bei Lösungen von Säuren, wo das Kation an Geschwindigkeit dem Anion bedeutend überlegen ist, die Stromrichtung in umgekehrtem Sinne verlaufen. Durch Versuche fand sich diese Folgerung bestätigt.

Demnach ist eine physikalische Erklärung des pg. Phänomens

sehr naheliegend. Man kann den menschlichen Körper als einen einheitlichen Salzelektrolyten zwischen zwei Elektroden betrachten; bei einer solchen Vorrichtung muß aber, wie gezeigt, je nach dem Temperaturverhältnis der beiden Seiten ein Strom bestimmter Richtung entstehen. Der elektrolytische Charakter des Körpers und die thermische Ungleichheit genügen also vollauf, den pg. Ausschlag zu erklären.

Da aber die Möglichkeit einer thermischen Entstehung des Stroms noch nicht die Tatsächlichkeit eines solchen Vorgangs im lebenden Organismus verbürgt, war es erwünscht, darüber Sicherheit zu erlangen. Es wurde der Versuch gemacht, ob man vielleicht ohne galvanischen Anschluß des Menschen von ihm eine echte Ruhekurve und einen Reflexausschlag bei psychischer Erregung erhalten könne. Die Vorrichtung dazu bestand wesentlich aus zwei Eprouvetten mit ZnSO_4 und je zwei Zinkplättchen, von denen je eine zum Galvanometer ableitete, während die beiden übrigen untereinander durch einen Widerstand in Verbindung standen. Die Fingerspitzen der Vp. standen in Berührung mit den Wänden der Gefäße, so daß jede Hand ihre Wärme durch das Glas an die Lösung abgeben konnte. Es zeigte sich zunächst der Ruhestrom, dann aber auch, nach einem Reize, der Reflexausschlag.

Nach alledem stellt sich das pg. Phänomen als ein Konzentrationsstrom dar, welcher durch eine lokale Temperaturverschiedenheit in einem Elektrolyten entsteht, ob sich nun dieser Elektrolyt im Körper oder an seiner Oberfläche (Hautsekrete), oder auch weiter vom Körper bei den Elektroden befindet. Damit ist nicht gesagt, daß außer der Temperatur — bei galvanischer Verbindung des Organismus mit dem Instrumente — nicht auch andere Faktoren mitwirken könnten. Es genügt ja daran zu denken, daß sich im Körper verschiedenartige Elektrolyte befinden, daß sich da auch Säuren bilden, daß sich die Konzentration der Körpersäfte auch unabhängig von der Temperatur verändert usw. Jedenfalls aber kann man behaupten, daß alle diese Faktoren sekundären Wert haben gegenüber dem Wärmefaktor, der beim pg. Phänomen, wie die Versuche erbrachten, im eigentlichen Sinne des Wortes ausschlaggebend ist.

Übersicht der Ergebnisse: 1. Der Körper verhält sich bei dem pg. Phänomen wie ein Elektrolyt, der entweder direkt oder durch äußere Elektrolyte an das Elektrodenmetall angrenzt. — Der Gedanke, daß die Haut wie ein Metall wirksam wäre, hat keine Erfahrungsgrundlage. 2. Wenn sich an irgendeinem Punkte des Gesamtelektrolyten zwischen den Elektrodenmetallen die Temperatur erhöht oder herabsetzt, zeigt das Meßinstrument einen Strom an. Eine

solche thermische Ungleichheit ist die physische Hauptbedingung zum pg. Phänomen. — Die Frage, ob der Ursprung des Stromes endosomatisch oder episomatisch sei, hat keine Bedeutung, denn es kann sowohl das eine als auch das andere der Fall sein. 3. Die Ströme der Ruhe und der Erregung sind echte Konzentrationsströme. Der Konzentrationsunterschied im Elektrolyt entsteht durch thermische Störung, so daß die wärmere Stelle zugleich die der größeren Konzentration ist, die kältere umgekehrt. 4. Die Richtung des Stromes wird durch die Lage der Elektroden zu der Stelle der einen oder der anderen Temperatur im Elektrolyten bestimmt. Die der höher temperierten Stelle nähere Elektrode ist elektropositiv, wenn die Flüssigkeit zwischen dem Körper und den Elektroden eine Salzlösung ist. 5. Bei dem Zustandekommen des pg. Phänomens können auch andere physischen Faktoren mitwirken, aber nur die thermischen Verhältnisse sind entscheidend. — Die Erklärungen, die sich hauptsächlich auf die Aktion der Schweißdrüsen oder auf den variablen Körperwiderstand stützen, sind demnach als auf Irrtum beruhend zu betrachten.

Bewegungs- und Lageauffassung durch das Auge und den Unterarm.

Von

Th. Erismann.

Die Bewegung eines Objektes, aufgefaßt durch das es verfolgende Auge, führte bei früheren Untersuchungen zu widersprechenden Resultaten, weil die vielfältigen Fehlerquellen noch nicht genügend berücksichtigt wurden. Um diese auszuschalten ist notwendig: 1. Schaffung einfachster Bedingungen (z. B. Gleichmäßigkeit d. Bew., abs. Dunkelheit des Untersuchungsraumes usw.); 2. Anwendung adäquater Geschwindigkeiten (bei zu langsamer Bew. — s. u. — entsteht leicht der Eindruck von Geschwindigkeitsschwankungen; bei zu schneller entstehen leicht störende Spannungen und schießt das Auge über das Ziel hinaus); 3. eine richtige Einstellung der Vp.: es darf der bewegte Lichtpunkt nicht scharf fixiert werden — passive Einstellung — sonst zahlreiche Täuschungen! 4. eine große Uebung der Vp., da die Leistung sich manchmal um den zehnfachen Betrag steigert!

Ergebnisse bei Bewegung eines leuchtenden Punktes über 20 cm Länge in 3 m Abstand von der Vp. (4^0), nach der Methode der Minimaländerung, Anzahl der Vp.: 14. Die rel. UE. betrug ab-