download www.zobodat.at

Motto: „Mehr Licht."

Über den Strahlensinn des Menschen.

Experimentelle und klinische Untersuchungen.*

Von *Dr. Hans Ehrenwald,* Bratislava.

Wenn im Folgenden eine neue reflexmäßige Reaktionsweise des Menschen auf Bestrahlung mit farbigen Lichtern erstmalig eine kurze zusammenfassende Darstellung finden soll, so ist es angezeigt, dieser Reaktionsweise vorerst ihren Platz unter den bekannten tierischen und menschlichen Reaktionsweisen zuzuordnen. Es ist klar, daß ein solcher Reflex auf der einen Seite zu den Tropismen niedriger Lebewesen Beziehungen haben muß, es ist aber auch ebenso klar, daß der hochorganisierte menschliche Körper auf einen beliebigen Reiz auf viel komplexere Weise reagieren muß, als ein Einzeller, daß also trotz mancher äußerlicher Übereinstimmung, zwischen den beiden Verhaltungsweisen fundamentale Unterschiede bestehen müssen. Ein Protist kann natürlich einen Lichtreiz nicht auf die gleiche Weise beantworten, wie ein Organismus der u. a. über ein Nervensystem verfügt und umgekehrt: ein zentralnervös gesteuerter Organismus kann auf den gleichen Reiz nicht ebenso reagieren wie ein Einzeller.

Andererseits sprechen zahlreiche Tatsachen der Biologie für die Möglichkeit, daß auch ein vermittelst seiner differenzierten Sinnesorgane auf ausschließlich sinnesspezifische Reaktionsweisen eingestellter Organismus gewisse phylogenetisch ursprüngliche Reaktionsweisen beibehalten hat. Bekanntlich zählt unter diese elementaren Reaktionsformen der lebenden Zelle in erster Linie die Irritabilität. Sie besagt nichts anderes, als daß ein ganz bestimmter Ausschnitt aus der physikalischen Umwelt des betreffenden Organismus seine Lebensvorgänge in universeller Weise zu beeinflußen vermag. Also beispielsweise mechanische, chemische, thermische und aktinische Vorgänge. Wie *Jacques Loeb*

* Die Arbeit wurde anlässlich des Preisausschreibens der ärztlichen Sektion des Vereines preisgekrönt.

in seiner Tropismenlehre zu zeigen versuchte, hatten alle diese Einwirkungen ursprünglich eine richtende Kraft, sie bewirkten Zu- oder Abwendung der Organismen zu oder von ihrer Energiequelle, eine richtende Kraft der sich der betreffende Organismus nicht entziehen konnte. Eben diese zwangsläufige, von der Energiequelle gerichtete und induzierte Progressivbewegung gilt auch heute noch, trotz mancher Widersprüche, als das wesentliche Kriterium der Tropismen.

Sind aber die meisten Tropismen einzelliger pflanzlicher und tierischer Wesen starr, unabänderlich und unter normalen Lebensbedingungen keinen Variationen unterworfen, so sind sie bei höheren Tieren, bei Insekten, Fischen, Amphibien nur unter bestimmten Bedingungen nachweisbar. So sind gewisse Raupen nur in ihren ersten Lebensstunden, vor ihrer aktiven Nahrungsaufnahme, positiv phototrop. Der Phototropismus der Ameisen tritt nur zur Zeit des Hochzeitsflugs in seine Rechte. Zu anderen Zeiten fehlt ihre zwangsmäßige Ansprechbarkeit auf das Sonnenlicht. Bei Vögeln und Säugern ist es überhaupt Sache des Übereinkommens, ob manchen ihrer komplizierten Instinkthandlungen Tropismen zugrunde gelegt werden oder nicht. Es sei hier an das Phänomen des Vogelzugs, an die in mancher Hinsicht an Chemotropismen erinnernden Äußerungen der tierischen Brunst erinnert u. dgl. m. Mit zunehmender Differenziertheit des Organismus, gleichzeitig mit der Aufspaltung der Irritabilität in einzelne Sinnesfunktionen und mit der Einschaltung eines neuen Faktors zwischen Reiz und Reizerfolg: des Nervensystems, scheint die starre Zwangsläufigkeit und Unabänderlichkeit der Tropismen mehr und mehr einer plastischen, abstufbaren und fallweise verschiedenen Reaktion — ja einer gegebenenfalls scheinbar überhaupt unterbleibenden Reizbeantwortung zu weichen.

Ohne hier über das Wesen der Empfindung etwas aussagen zu wollen — bekanntlich stimmen Sinnesphsiologen und Psychologen in der Einbekenntnis der Fruchtlosigkeit eines solchen Beginnens überein — scheint gerade dieser Punkt, an dem das erste mal in der Phylogenese die reflexmäßige Antwort auf einen äußeren Reiz unterbleibt, mit dem Punkt zusammenzufallen, an dem die Empfindung als völlig neuartiges Phänomen im Bereich der belebten Natur zum Ereignis wurde.

download www.zobodat.at

Das menschliche Auge, das einen optischen Eindruck perzipiert, vermittelt eine Empfindung des Gesehenen, die das Individuum zu einer angemessenen Reaktion oder Nicht-Reaktion bestimmt. Zwischen Reiz und Reizbeantwortung ist hier eben mit dem Zentralnervensystem ein Faktor eingeschaltet, der durch den einwirkenden Reiz im Falle der unterbleibenden Reaktion mit Energien aufgeladen wird, aus denen — natürlich in phylogenetischen Zeiträumen — jene Bereitschaft der Reizbeantwortung hervorgegangen ist, deren Energieen die im Reiz zugeführten Erregungsquanten gegebenenfalls um ein vierteltausend- und millionenfaches übertreffen können.

Reflex oder Empfindung scheinen also alternative Reaktionen auf äußere Reize darzustellen: wenn eines von den beiden sich ereignet, kommt das andere nicht zustande, und umgekehrt. Gewiß ist diese alternative Beziehung keine ausschließliche. Das Beispiel des optischen Reizes zeigt ja zur Genüge, daß im konkreten Falle beides gleichzeitig erfolgen kann: etwa bewußter Sehakt und unbewußter Pupillenreflex. Allein hier scheint sich eben der energetische Vorgang in zwei Ablaufswege aufgespalten zu haben, wie sie beim Menschen kraft seiner besonderen Organisation präformiert gegeben sind. Unter abnormen Bedingungen, bei Seelenblinden, bei denen der optische Reiz vom Bewußtsein nicht verarbeitet wird, kommen auch bei ihm zwangsläufige, reflexartige Bewegungen in der Richtung zur Lichtquelle zur Beobachtung. Ähnliches hat *Poetzl* von der subjektiven Seite her beschrieben. Er konnte über die Auslösung eines Traumes mit gerichtetem Bewegungserlebnis auf einseitige Belichtung einer Schlafenden berichten, wo die im Traume hallunzinatorisch erlebte Laufbewegung der im Schlafe gehemmten Auswirkung motorischer Impulse entsprach.

Bei niedrigen Lebewesen bewirkt ein solcher Reiz ausschließlich die ihm zwangsmäßig zugeordnete und in seiner physiologisch und physikalisch-chemisch fundierten Struktur determinierte Reaktion. In ihrer elementarsten Ausprägung eben den Photo-, Geo-, Chemotropismus oder dgl., je nach Beschaffenheit der auf ihn einwirkenden Energie.

Die im Folgenden zu schildernden Versuche werden zeigen, wie weit solche zwangsmäßige Reaktionen, trotz des zwischen Reiz und Reizwirkung eingeschalteten „puffernden" Zentralnervensystems, auch beim Menschen nachweisbar sind. Allerdings

ist von vornherein zu erwarten, daß sich solche Reaktionen nur bewußtseinslern, gewissermaßen auf dem Niveau elementarer, tropismenhafter Vorgänge, werden abspielen können. Es mußte daher für entsprechend vereinfachte Versuchsbedingungen Vorsorge getroffen werden, wie sie für Versuche am Menschen nicht so ohne weiteres herzustellen sind.

Schon vor einigen Jahren konnten *Goldstein* und *Rosenthal* über die Wirkung von Farben auf den menschlichen Organismus berichten. Sie beobachteten eine Beeinflußung des Muskeltonus bei Betrachtung farbiger Flächen u. dgl. Hier ist aber die Beziehung: Farbenwirkung-Tonusverschiebung an den Umweg über den optischen Wahrnehmungsapparat und Bewußtseinsvorgang gebunden bzw. mit ihm kompliziert. In den eigenen Versuchen ist das Bewußtsein, ist alles Empfindungs- und Wahrnehmungsmäßige für die im Versuch gesetzte Lichtwirkung vollkommen ausgeschaltet. Der zu schildernde Effekt erfolgt mit Umgehung des optischen Wahrnehmungsapparats, unbewußt, wie die Pupillenreaktion auf Lichteinfall. Eben das ist die Besonderheit der hier gewählten Versuchsanordnung. Dabei mußte allerdings eine wellenspezifische Ansprechbarkeit der Hautoberfläche des Menschen für verschiedenfarbige Lichter als Voraussetzung dienen, eine Annahme, die auf den ersten Blick einigermaßen willkürlich erscheinen mag. Sie wird ihre Berechtigung in der Folge zu erweisen haben.

Jedenfalls sind in der Biologie zahlreiche Beobachtungen bekannt geworden, die die Möglichkeit der Auslösung lichtspezifischer und selbst farbspezifischer Reflexwirkungen auch mit Umgehung des optischen Apparats belegen. So passen sich geblendete Fische in ihrem Farbwechsel der Farbe des Untergrundes einwandfrei an und zeigen auch augenlose Planarien (Strudelwürmer) den für sie charakteristischen Phototropismus für Rot *(E. Beuther)*. *Graber* beschrieb schon vor Jahrzehnten antagonistische „photodermatische" Reflexe bei geblendeten Tieren auf Rotlicht und Blaulichtbestrahlung, die von *Loeb* und anderen allerdings bestritten wurden. Andererseits wurde eine positiv phototrope Wirkung des roten und eine negativ phototrope Wirkung des blauen Lichts seither vielfach behauptet, so von *Finsen, Willem* u. v. a.

Tatsächlich ist ein solcher wellenspezifischer antagonistischer Effekt roter und blauer Lichter auch in der Photochemie und Pflanzenphysiologie hinlänglich bekannt. So z. B. in Bezug auf das Wachstum von Pflanzenkeimlingen, doch auch auf die Aktivierung und Inaktivierung von Hormonen beim Tiere und Menschen; in Bezug auf Änderungen des morphologischen Blutbilds und schließlich, in seiner praktischen Anwendung, auch in der Lichttherapie, vermöge der erregenden, hyperämisierenden Wirkung der roten und der beruhigenden und anämisierenden Wirkung der blauen Strahlen.

Es war von vorneherein naheliegend, dieser Frage auch in Bezug auf die animalischen Funktionen des Menschen, im besonderen auf die Regulation seines Tonusgleichgewichts nachzugehen. Hier war ein leicht kontrollierbarer Reaktionsmodus gegeben, der unter möglichster Ausschaltung des Bewußtseins, als Indikator für eine unterschiedliche Ansprechbarkeit auf die verschiedenen applizierten Lichtreize dienen konnte. Natürlich mußte dabei der betreffende Reiz mit Umgehung des optischen Apparats wirksam werden können. So nur war die Möglichkeit einer rein reflexhaften, von empfindungsmäßigen Momenten unabhängigen Reaktion gegeben und konnte eine Brücke zu den angeführten Tatsachen der allgemeinen Biologie geschlagen werden.

Der Photodermatische Tonusreflex.*

In der selbstgewählten Versuchsanordnung diente die Abweichereaktion (AbR.) der horizontal frei vorgestreckten beiden Arme als Indikatur für Verschiebungen der Tonusregulation ähnlich wie in den Versuchen von *Goldstein* und *Rosenthal*. Sie wurde vermittelst zweier, an einem Gestell horizontal verschieblichen Skalen mit cm-Einteilung messend beobachtet. Als Lichtquelle wurde anfangs die kleine Solluxlampe der Hanau-A.-G., als Filter Farbgläser derselben Firma verwendet. Später standen die optisch geaichten Filter der Schott-Werke in Jena zur Verfügung. Und zwar als Rotfilter das Glas RG 2, als Blaufilter BG 6, als Gelbfilter GG 6, als Grünfilter VG 3 und für Gelbgrün das Glas VG 2. Zur Ausschaltung jeglicher Wärmewirkung wurde zwischen Lichtquelle und Bestrah-

* Siehe hiezu auch: H. Ehrenwald, Klinische Wochenschr 32. 52. somit ebenda 1933, im Erscheinen.

lungsbereich eine mit eisgekühltem Wasser gefüllte Glaswanne von 40×30×10 *cm* eingeschaltet. Unter diesen Kautelen wurde Gesicht und Hals der Versuchsperson von der Seite her, aus einer Distanz von 30—40 *cm* bestrahlt. Die Versuchsperson wurde 5—10 Minuten vor dem Versuch im verdunkelten Zimmer gelassen und der Versuch selbst meist im Dunkel oder Halbdunkel vorgenommen. Die Augen wurden durch einen lichtdichten Stoffbrillenverschluß verdeckt; eine Maßnahme, die sich später, als entbehrlich erwies. Jedenfalls wurde aber jeder Versuch bei geschlossenen Augen durchgeführt.

In der geschilderten Versuchsanordnung trat bei Bestrahlung mit dem vollen Solluxlicht keinerlei AbR. in Erscheinung. Bei Rotlichtbestrahlung dagegen zeigte sich folgendes Verhalten: Nach einer Latenzzeit von wenigen Sekunden bis zu einer Minute weicht der Arm der Bestrahlungseite ganz allmählich, nur selten ruckweise, nach der Seite der Bestrahlung ab. Nach etwa 30 Sekunden bis 1 Minute erreicht die AbwR. 5—10 *cm;* etwas geringer ist die Exkursion am gegenseitigen Arm. Das maximale Ausmaß der AbR. bleibt während der ganzen Bestrahlungsdauer ungefähr gleichmäßig bestehen, solange, bis die Arme infolge von Ermüdung niedersinken. Wird das Licht vorher ausgeschaltet, so gehen die Arme abermals nach einer gewissen Latenzzeit allmählich in ihre Ausgangsstellung zurück, im allgemeinen ohne über sie hinausgeführt zu werden. Der ganze Vorgang kommt der Versuchsperson nicht zu Bewußtsein.

Auf Bestrahlung mit blauem Licht zeigt sich folgendes Verhalten der AbR: Nach einer Latenzzeit von ½—1 Minute geht der der Bestrahlungsseite entgegengesetzte Arm allmählich nach außen. Der andere Arm folgt gleichsinnig und in etwas geringerem Ausmaße nach. Auch hier wird nach ½—1 Minute das Maximum der AbR. erreicht, doch ist sie im allgemeinen etwas weniger ausgiebig, als auf Rot. Im übrigen verhält sie sich vollkommen analog wie die letztere, ist ihr aber gegensinnig gerichtet. Auch die Rückkehr in die Ausgangsstellung erfolgt wie oben beschrieben.

Dieser charakteristische Ablauf des Grundversuchs war unter 100 im Laufe eines Jahres protokollierten Versuchspersonen bei 86 zu beobachten. Doch muß mit einem viel höheren

Perzentsatz der positiven Fälle gerechnet werden, da zu Beginn der Untersuchungen drei wesentliche Faktoren die heute für Versager verantwortlich gemacht werden dürfen, noch nicht überblickt werden konnten: Erstens erwies sich vorhergegangene stärkere Sonnenbestrahlung als störendes Moment, woraus sich die bereits angeführte Forderung einer dem Versuch vorausgehenden teilweisen Dunkeladaptation der Versuchspersonen — insbesondere im Frühjahr und im Sommer (!) — ergibt. Zweitens zeigte es sich, daß nach der jeweiligen Bestrahlung mit einer Nachwirkung im Sinne eines positiven Nachbildes zu rechnen war, eventuell mit einer einem solchen entsprechenden Refraktärphase von 5—10 Minuten. Daß schließlich spontane Konvergenz oder Divergenz der Arme, Paresen, motorische Ungeschicklichkeit und Ermüdung den Versuch gefährden können, liegt auf der Hand. Bemerkenswert waren gewisse individuelle, offenbar konstitutionell bedingte Unterschiede der Ansprechbarkeit. Kinder erwiesen sich meist als empfindlicher, als Erwachsene. Bei diesen war oft außer der AbR. auch eine Neigung des Kopfes und Rumpfes nach der Seite der AbR zu beobachten. Nystagmus konnte bei der Untersuchung mit dem tastenden Finger unter geschlossenen Augen, doch auch bei Lupenbeobachtung der Bulbi bisher nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Bei Berücksichtigung der oben angeführten Momente scheint der Photodermatische Tonusreflex jedenfalls eine beim Gesunden regelmäßig auftretende Reaktion zu sein. deren Fehlen jedesmal ein besonderes pathophysiologisches Interesse erfordert.

In der Folge zeigte es sich, daß nicht nur Rotlicht und Blaulicht, sondern auch Gelb und Grün sich als tonusaktiv erwiesen, ja, daß über den Bereich des sichtbaren Spektrums hinaus auch Ultrarot und Ultraviolett, sowie die im Spektrum an das Ultraviolett angrenzenden Bucky'schen Grenzstrahlen und die eigentlichen Röntgenstrahlen zu charakteristischen AbR-n führten. Und zwar bewirkten vom sichtbaren Spektrum Gelb die gleiche AbR. wie Rot, Grün die gleiche wie Blau. Dieses vom Helligkeitswert der verwendeten Lichter offenbar völlig unabhängige farbspezifische Verhalten läßt deutlich erkennen, daß es sich dabei tatsächlich um die spezifische Wirkung verschiedener Wellenlängen handeln muß.

download www.zobodat.at

Zur Erzeugung ultraroter Strahlen wurde die kleine Profunduslampe verwendet. Sie bewirkte eine AbR. in der Richtung zur Bestrahlungsquelle, eine Reaktion, wie sie auf Erwärmung der seitlichen Gesichtspartien von otologischer Seite bereits beschrieben worden ist und als Effekt einer extralabyrinthären Vestibularisreizung gedeutet wurde. Allerdings arbeiteten die betreffenden Autoren nicht mit strahlender Wärme, sondern mit thermischen Einwirkungen anderer Art. Darüber soll weiter unten noch gehandelt werden.

Ultraviolett bewirkte überraschender Weise gleichfalls eine Exkursion in der Richtung zur Bestrahlungsquelle. Allein, diese Wirkung wurde durch Vorschalten einer Glasplatte von 2 *mm* Dicke nicht aufgehoben, obzwar eine solche erfahrungsgemäß geeignet ist, die Ultraviolettstrahlen des verwendeten großen Modells der Hanau'schen Quarzlampe abzuschirmen. Offenbar sind für diesen scheinbaren Ultravioletteffekt andere Strahlenarten verantwortlich zu machen. Die Versuche mit Ultrarot (und Ultraviolett) wurden nämlich ohne Zwischenschaltung der wärmeisolierenden Glaswanne vorgenommen. Nur unter dieser Bedingung erwiesen die Wärmestrahlen der Profunduslampe ihre Wirksamkeit. Wurde nun die Glaswanne in ungefülltem Zustand vor die Quarzlampe gestellt, so kam er zur geschilderten typischen AbR. Wurde sie aber mit kaltem Wasser gefüllt, so blieb die Wirkung aus. Diese Beobachtung läßt also mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die ohne Isolierwanne erhaltene paradoxe Ultraviolettreaktion als eine Wirkung der von der verwendeten Lampe mitemmittierten langwelligen Strahlen erscheinen. Über diese Frage weitere Klarheit zu verschaffen ist natürlich ein Problem der Vervollkommnung der Apparatur.

Zur Erzeugung der Bucky'schen Grenzstrahlen wurde ein Buckyapparat der Fa. Siemens & Halske verwendet.*) Die Beobachtung war durch den für sinnesphysiologische Zwecke etwas zu geräuschvollen Gang des Apparats erschwert, auch mußte bei Beurteilung der Ergebnisse mit Strahlen, bei deren Penetrationsfähigkeit bereits die zwischen Bestrahlungsquelle und Bestrahlungsbereich befindliche Luftschicht eine Rolle spielte, besondere Zurückhaltung geübt werden. In der Mehrzahl der Angestellten Versuche ergab sich aber bei einem Focus-

---

Herrn Dr. E. Löwy bin ich für seine freundliche Unterstützung bei Durchführung dieser Versuche zu grossem Dank verpflichtet.

download www.zobodat.at

Hautabstand von 10—15 *cm* nach einer Latenzzeit von etwa 1 Minute eine AbR. im Sinne einer Abwendung von der Bestrahlungsquelle. Bemerkenswert war hier die längere Nachwirkungsdauer der einzelnen Bestrahlungen. Sie scheint ¼—½ Stunde zu betragen. Ein gleiches gilt für Röntgenstrahlen im engeren Sinn. Auch hier ergab sich eine AbR. im Sinne der Abstoßung, doch wurde von eingehenderen Versuchen aus Gründen der Schonung der Versuchspersonen abgesehen.

Schließlich wurden auch die Kurzwellen der Radiotechnik in die Versuche einbezogen, doch ergab sich bei Besendung der seitlichen Gesichtspartien kein Effekt.

Die Wirkungsbreite der für den photodermatischen Tonusreflex verantwortlichen Strahlen fällt also zum Teil mit dem sichtbaren Spektrum zusammen, sie reicht aber beiderseits weit über dieses hinaus. Die feinste Unterscheidungsfähigkeit scheint jedenfalls in den optischen Lichtbereich zu fallen. Hier bewirken bereits so geringfügige Unterschiede der Wellenlänge, wie sie zwischen Gelb und Grün bestehen, (siehe die umstehende Abbildung) eine Umkehr der Richtung der AbwR.

Offenbar ist auch in dem schmalen Spektralbereich zwischen den beiden ein spektraler Indifferenzpunkt zu suchen, von dem aus keinerlei Tonuseffekt erhältlich ist. Dieser Punkt wäre etwa im Gelbgrün der Wellenlänge L 550 zu suchen, wie es in grober Annäherung durch den Filter VG 2 geliefert wird. Doch wäre eine ideale Neutralität nur von einem spektralen Gelbgrün zu erwarten, wie es für die durchgeführten Versuche nicht zur Verfügung stand. Die verwendeten Filter liefern ja überhaupt bei weitem kein monochromatisches Licht, sondern nur ein komplexes Lichtgemisch, in dem im gegebenen Falle eben die eine Kompetente überwiegt. Dieser Umstand beeinträchtigt wohl die Reinheit der Versuche, er zeigt aber andererseits, mit welch weitgehender Differenzierungsfähigkeit des für den PhTR. verantwortlichen Perzeptionsorgans auch bei Verwendung von spezifisch akzentuierten komplexen Lichtern gerechnet werden muß.

Über feinere sinnesphysiologische Details, namentlich über die Rolle der Dunkeladaption, das Verhalten der Reizschwelle und ihre Beziehungen zur verwendeten Lichtintensität, über die erforderliche Feldgröße, über den Ort der größten Empfindlichkeit u. dgl. m. kann auf Grund des bisher vorliegenden

Versuchsmaterials und der zur Verfügung stehenden Apparatur nichts endgültiges gesagt werden.

Jedenfalls ist mit einer Ansprechbarkeit des sensiblen Empfangsapparates auch für relativ geringe Lichtintensitäten zu rechnen, da bei der üblichen Bestrahlungsdistanz von 30 *cm* z. B. mit Rotlicht bereits bei einer Feldgröße von 1 cm^2 eine AbR. ausgelöst werden konnte. Dasselbe zeigte sich bei einer Vergrößerung der Bestrahlungsdistanz. So blieb bei einem scheinbar über das normale Maß hinausgehend photosensiblen Kinde von 9 Jahren der Reflex auch bei Bestrahlung aus einer Distanz von 2 *m* erhalten.

Soviel in groben Umrissen über die bisher festgestellten physikalischen Tatsachen.

Auf der physiologischen Seite ergeben sich vor allem zwei Hauptfragen: 1. Welches ist das sensible Empfangsorgan? 2. Welches ist der motorische Auslösungsapparat des geschilderten Reflexes?

Empfangsorgan, Beziehungen zur Sensibilität und ihren Störungen.

Aus der geschilderten Versuchsanordnung ging bereits zur Genüge hervor, daß als Aufnahmsapparat des Reflexes nur die Haut in Frage kommt. Die letzten Zweifel wurden durch Beobachtungen an Blinden zerstreut, bei denen der PhTR in charakteristischer Weise ausgelöst werden konnte. Es erwies sich dabei nur die Belichtung des Gesichts und der seitlichen Halspartieen als wirksam. Die Bestrahlung des Rumpfs, der oberen oder unteren Extremitäten blieb ohne den gewohnten Effekt. Allerdings kann eine etwaige Tonuswirksamkeit der Bestrahlung anderer als der genannten Bezirke nicht ausgeschlossen werden, da ein der AbR. vergleichbarer empfindlicher Indikator etwa im Bereich der unteren Extremitäten nicht zur Verfügung steht.

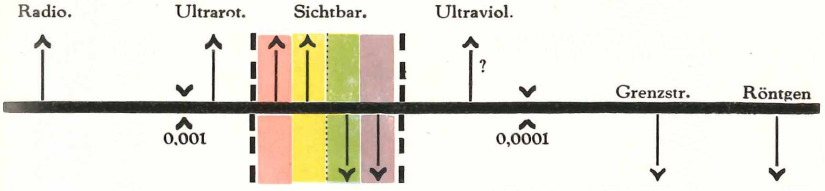
Es war nun naheliegend, dem Verhalten des PhTR. bei Patienten mit Störungen der Sensiblität im Bereich der für die Reflexauslösung verantwortlichen Bezirke nachzugehen.*)

Die angeführten Fälle stammen durchwegs aus der Klinik Prof. Pötzl Wien, dem für ihre gütige Ueberlassung auch hier gedankt sei

download www.zobodat.at

Sichtbares und unsichtbares Spektrum.

$\lambda = 6{,}0 - 0{,}76\mu$. $\lambda = 760 m\mu - 400 m\mu$ $\lambda = 400 - 100 m\mu$ $1 m\mu - 0{,}01\mu$



Die Pfeile stellen die Richtung der AbR dar: Oberhalb der Abszisse zur Lichtquelle, unterhalb der Abzisse nach der entgegengesetzten Seite. Die punktierte Linie entspricht dem Umkehrungspunkt der AbR im Gelbgrün des sichtbaren Spektrums. Die 4 Hauptfarben des Spektrums sind schematisch zur Anschauung gebracht.

M. F. 35 J. Tabes mit Anästhesie für Stich und Temperatur in der rechten Gesichtshälfte. Berührungsempfindung erhalten. PhTR von links her in Bezug auf beide Arme normal auslösbar; von rechts her fehlend.

2. A. N. 44 J. Pontine Herderkrankung mit Hypästhesie für alle Qualitäten im Trigeminusbereich links. Hyperästhesie rechts. Labyrinthe normal erregbar. Die AbR beträgt von rechts her am führenden Arm 8—10 cm Von links her ist sie kaum auslösbar.

3. D. L. Neuritis N. trigem. rechts, mit Anästhesie für alle Qualitäten. AbR von links aus normal auslösbar, von rechts fehlend.

4. M. H. 24 J. Pontiner Herd mit Sensibilitätsstörung für alle Qualitäten im Bereich der linken Gesichtshälfte. AbR von links her fehlend, von rechts her normal auslösbar.

Es ist wohl überflüssig, weitere Fälle dieser Art anzuführen. Sie alle zeigten, daß bei Bestehen von Sensibilitätsstörungen im Bestrahlungsbereich, der PhTR. von der betreffenden Seite her in Bezug auf beide Arme nicht ausgelöst werden konnte. Dabei bestand in einem Falle dissoziierte Sensibilitätsstörung mit fehlender Schmerz- und Temperaturempfindung, bei erhaltener Berührungsempfindung. Auch hier fehlte der Reflex auf Seite der Störung. Dieser Fall erfordert besonderes Interesse. Geht nämlich aus der Gesamtheit der Beobachtungen an Sensibilitätsfällen neuerlich die Bedeutung der Haut als Aufnahmeapparat für die Auslösung des Photodermatischen Tonusreflexes hervor, so läßt der letztangeführte Fall vermuten, daß für sein Zustandekommen besonders eine Hautqualität verantwortlich gemacht werden dürfte, die dem Temparatursinn nahesteht. Beziehungen zu dem im genannten Falle gleichfalls gestörten Schmerzsinn kommen wohl weniger in Betracht. Daß aber der Reflex keineswegs durch direkte Wärmewirkung zur Auslösung gelangt, geht aus der geschilderten Versuchsanordnung zur genüge hervor. Es scheint sich vielmehr um eine bisher unbekannte, reflexmäßige Ansprechbarkeit des Integuments der genannten Bezirke (vielleicht aber auch der Haut im allgemeinen) auf sichtbare und unsichtbare Strahlen zu handeln, um eine Ansprechbarkeit, die am besten als Strahlensinn der Haut bezeichnet zu werden verdient.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhange die von *Jacques Loeb* betonte Tatsache, daß die stärkste phototrope Ansprechbarkeit bei segmental gegliederten niedrigen Tieren gerade dem Kopfsegment zukommt, also entwicklungsgeschichtlich

download www.zobodat.at

dem gleichen Bezirk, in dem die eigenen Versuche den Auslösungsbereich des PhTR sichergestellt haben.

Andererseits wurde schon vor längerer Zeit von dermatologischer Seite *(E. Hoffmann)* die Vermutung aufgestellt, daß gewisse, dem Nervensystem nahestehende Zellen der Epidermis für strahlende Energie perzeptionsfähig seien. Allerdings steht die einwandfreie Feststellung des anatomischen Substrats, der Rezeptoren des PhTR, noch aus, doch erscheint durch das bisher Angeführte die Beweiskette für die Existenz eines Strahlensinns der Haut mit einer wohlumschriebenen Ansprechbarkeit auf einen bestimmten elektromagnetischen Spektralbereich (s. Tabelle) von der physiologischen und pathophysiologischen Seite her genügend gefestigt.

Spektraler Auslösungsbereich für den photodermatischen Tonusreflex. Sinnesbreite der Netzhaut, Sinnesbreite der Haut.

Name der Strahlung			PhTR: + im Sinne d. Anziehung, — im Sinne d. Abstossung. ∅ indifferent		Wellenlänge
unsichtbar	Radiowellen		∅!		2 mm bis 2 km
unsichtbar	ultrarot, Wärmestrahlen		+	Sinnesbreite der Haut „Strahlensinn"	0,001 bis 0,5 mm
optisches Spektrum, sichtbares Licht	Sinnesbreite d. Netzhaut	rot	+		0,7 „ 0,8·10-³mm
		gelb	+		0,635 „ 0,7·10-³mm
		gelb-grün	∅		0,5 „ 0,635·10-³mm
		grün	—		0,44 „ 0,6·10-³mm
		blau usw.	—		0,4 „ 0,44·10-³mm
unsichtbar	ultraviolett		— ?		0,1 „ 0,4·10-³mm
unsichtbar	Grenz-, Röntgenstrahl.		—		2 „ 0,06·10-⁷mm
unsichtbar	γ-Strahlen		∅		etwa 0,02·10-⁷mm

Weitere Überzeugungskraft gewinnt aber diese Konzeption durch den nunmehr naheliegenden Hinweis auf die erwähnten Beobachtungen von *Graber, Beuther, Willem* u. a. über die Auslösbarkeit photodermatischer Reflexe bei geblendeten Tieren, bei denen gleichfalls eine verschiedene Wirkung roten und blauen Lichts festgestellt werden konnte. Wie weit dabei dem Rotlicht tatsächlich eine „anziehende", dem Blaulicht „abstos-

sende" Wirkung zugeschrieben werden darf, wie die genannten Autoren zu finden glaubten, ist noch kontrovers. Die angeführten Befunde am Menschen lassen der endgültigen Klärung dieser Frage mit erhöhtem Interesse entgegensehen.

Weit über diese elementaren biologischen Probleme hinausreichendes Interesse verdient aber die überraschende Tatsache, daß die Intuition des Genies auf einem vom hier erörterten scheinbar fernab liegenden Gebiete, nämlich auf dem der Farbenlehre, die Konzeption einer polaren Verhaltungsweise der kurzwelligen und langwelligen Lichter bereits vorweggenommen hat. *Goethe* unterscheidet Farben der Plus- und der Minusseite und schreibt diesen Gruppen, wenn auch mehr im übertragenen, physiologischen Sinne, eine anziehende, bezw. abstoßende Wirkung zu. Zur ersteren Gruppe zählt er in seiner Aufstellung u. a. Rot und Gelb, zur letzteren Gruppe Blau und Grün. Jedenfalls zeigen die hier gefundenen neuen sinnesphysiologischen Tatsachen mit den Grundanschauungen der *Goethe*'schen Farbenlehre eine viel harmonischere Übereinstimmung als etwa mit jener von *Helmholtz* oder *Hering*.

Der motorische Auslösungsapparat und seine Beziehungen zum Labyrinth.

In seinem motorischen Anteil beruht der PhTR. im wesentlichen auf einer zentral-nervös vermittelten Tonusschwankung im Bereich der Muskulatur des Schultergürtels und der Oberarme, gelegentlich, bei stärkerem Ausfall der Reaktion, auch der Rumphmuskulatur, im Sinne einer Neigung des Rumpfes (und Kopfes) nach Seite der AbR. Rechtsseitige Rotlichtbestrahlung führt also z. B. zu einer Tonussteigerung im Bereiche der Abduktoren des rechten Armes mit gleichzeitiger Erschlaffung der Antagonisten und reziprokem Verhalten des Tonus in der Muskulatur der Gegenseite.

Auf welchem Wege kommt diese komplexe, im Sinne der Sherrington schen Schaltungsgesetze verlaufende Tonusverschiebung zustande?

Ihre weitgehende Übereinstimmung mit der von *Bárány*, *Fischer* und *Wodak*, *Hoff* und *Schilder* u. a. beschriebenen vestibulären und cerebellaren Abweichereaktion liegt auf der Hand. Es ergibt sich also daraus vor allem die Frage nach den Be-

download www.zobodat.at

ziehungen des PhTR. zum Vestibularapparat. Es wurden zu diesem Zwecke Versuche an Patienten mit möglichst vollständiger Ausschaltung der Labyrinthfunktion angestellt.

5. Př. I. 38 Jahre. Frau, linksseitige Labyrinthektomie* vor 2 Jahren wegen Polyposis und circumscripter Otitis (Dr. Kolisch), Labyrinth rechts normal erregbar, links fehlende kalorische Erregbarkeit auch für Massenspülung. Geringfügige spontane AbR nach links Facialis intakt. Keinerlei Sensibilitätsstörung im Trigeminusbereich.

Auf Blaubestrahlung von links her wird an der spontan bestehenden AbR nach links im Ausmass von 1 cm nichts geändert. Ebensowenig bei Rotlichtbestrahlung von links her: Der PhTR ist also auf dieser Seite nicht zu erhalten. Von rechts her ist auf Blaulicht ebenso wie auf Rotlicht die charakteristische AbR im Ausmass von 6 cm für den führenden Arm auslösbar. Hiebei wird auch die bestehende geringe Spontanabweichung kompensiert.

6. F. H. 34 Jahre. Mann mit linksseitigem Brückenwinkeltumor. (Klinik Prof. Pötzl.) Es besteht Stauungspapille beiderseits, linksseitige Abduzensparese, rechter Cornealreflex, links, Asynergie cerebelleuse, röntgenologisch; Usur der Pyramidenspitze links. Otologisch: (Klinik Prof. Neumann), Innenohrschwerhörigkeit links, Labyrinth links unerregbar, rechts kalorisch übererregbar. Es besteht geringfügige spontane Abweichereaktion nach links.

Auf Rotlichtbestrahlung von rechts her wird diese letztere überkompensiert, es kommt zu einer AbR von 3 cm am führenden Arm zur Bestrahlungs- also nach rechts. Blau rechts verstärkt die spontane AbR nach links um 2—3 cm. Der PhTR ist also von der rechten Seite her normal auslösbar. Von links her f e h l t der Reflex in Bezug auf beide Arme vollkommen.

7. Fr. Sch. 34 Jahre, linksseitiger Brückenwinkeltumor mit atrophischer Papille und kompletter Amaurose beiderseits, Ohrenbefund Prof. Ruttin: Taubheit links für Sprache, Rest Hörvermögen für mittlere Gabel. Drehreaktion links stark herabgesetzt, calorische Erregbarkeit links fehlend, rechts erhöht. Die Berührungsempfindung ist im Bereich des I. Trigeminusastes eine Spur herabgesetzt. Es besteht geringgradige spontane AbR nach links.

Bei der Blaulicht- und Rotlichtbestrahlung von rechts her wird diese AbR kompensiert bezw. deutlich verstärkt. Von links her ist der PhTR nicht auszulösen.

8. K. L. 40 Jahre, Mann. Vor 3 Wochen rechtsseitige Labyrinthhektomie (Doz. Dr. Brunner). Es besteht geringe spontane AbR beiderseits nach rechts. Keinerlei Sensibilitätsstörung. Facialisparese in allen 3 Aesten rechts.

Bei Bestrahlung von der gesunden Seite aus kommt es zu normaler Auslösung der AbR, die sich der spontanen AbR superponiert. Von rechts her ist der PhTR nicht auslösbar.

9. J. K. 11 Jahre. Mädchen mit Taubstummheit auf hereditär-luetischer Grundlage. Totale Taubheit beiderseits, totale Unerregbarkeit der Labyrinthe

---

Für die Ueberlassung dieses Falles bin ich Herrn Dr. E. Kolisch zu grossem Dank verpflichtet Ebenso für die otologische Untersuchung der durch Herrn Direktor Valentovič vom Taubstummeninstitut in Bratislava liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellten Taubstummen.

download www.zobodat.at

beiderseits; keinerlei Sensibilitätsstörungen. Auf Rot- oder Blaulichtbestrahlung ist kein PhTR auslösbar. Ebensowenig auf Bestrahlung mit Gelb oder Grün, oder Ultraviolett.

10. V. B. 7 Jahre. Knabe mit Taubstummheit infolge Meningitis epidemica. Totale Taubheit und vestibulare Unerregbarkeit beiderseits, keinerlei Sensibilitätsstörung. PhTR nicht auslösbar.

Bei zwei weiteren Taubstummen ergab sich derselbe Befund.

Die Fälle von einseitiger operativer Labyrinthausschaltung, ebenso wie die Fälle von Brückenwinkeltumor mit fehlender labyrinthärer Erregbarkeit, sowie die Taubstummen mit beiderseits fehlender Labyrinthfunktion zeigen also einwandfrei das Fehlen des PhTR. bei Bestrahlung der erkrankten Seite bzw. bei den letzteren das Fehlen des Reflexes überhaupt.

Daraus geht zunächst das eine mit Sicherheit hervor, daß zwischen sensiblen Aufnahmsapparat und motorischen Erfolgsorgan des PhTR. als integrierender Faktor der Vestibularapparat eingeschaltet ist. Fehlt die Labyrinthfunktion, so kommt der Reflex ebensowenig zustande, wie bei Sensibilitätsstörung im Rezeptionsbereich. Welche Rolle aber das Labyrinth bei diesem Vorgang spielt, ist aus dem vorliegenden Versuchsmaterial allerdings nicht ohne weiteres zu entscheiden. Sicher ist nur, daß es hiebei auf keinen Fall etwa die Rolle eines Empfindungsorgans, sondern, im Sinne der *M. H. Fischer*'schen Einteilung, die eines Reflexorgans spielen kann, ähnlich, wie bei gewissen labyrinthären Stellreflexen von *Magnus* und *De Kleyn* und dgl.

Bestärkt wird diese Annahme durch eine Reihe von Beobachtungen die die extralabyrinthäre Auslösungsmöglichkeit vestibularer Reaktionen nahelegen. Es handelt sich hier um Tatsachen der Labyrinthphysiologie, die den Anschluß zu dem heute allgemein anerkannten und bekannten einschlägigen Tatsachenmaterial noch nicht gefunden haben und gerade im vorliegenden Zusammenhang besonderes Interesse verdienen *Grießmann, Přecechatel, Thielemann, M. H. Fischer* und *Wodak, Goldstein* und *Riese* u. v. a. fanden, daß nicht nur durch kalorische Spülung des äußeren Gehörgangs, sondern auch durch thermische Reizung, also durch Erwärmung und Abkühlung des Gesichts und der seitlichen Halspartieen (Auflegen warmer und kalter Lappen, Vereisung mit Chloräthyl u. dgl.) Nystagmus, Vorbeizeigen und Abweichereaktionen ausgelöst werden konnten. Da nun bei diesen sensiblen Hautreizen natürlich von keiner di-

download www.zobodat.at

rekten Labyrintherregung die Rede sein konnte und auch eine etwa vasomotorisch vermittelte Fernreaktion, wie sie zur Erklärung der Ergebnisse mit der *Kobrak*'schen Minimalspülungsmethode ins Treffen geführt wurde, wenig Überzeugungskraft zu haben schien, so blieb zur Erklärung dieses Phänomens nichts anderes als die Annahme eines trigemino-vestibulären Reflexvorganges übrig (*Grießmann, Thielemann* u. a.) also eines Reflexvorganges, der auf dem Wege über die Erregung der trigeminalen (oder der obersten cervicalen) Hautbezirke zu einer reflektorischen Erregung des Labyrinths und von da aus zu einer regulatorischen Tonusschwankung in den motorischen Erfolgsorganen führt.

Ganz die gleiche — vorläufige — Annahme wird wohl auch hier nahegelegt. Der auf dem Wege über den Trigeminus und die obersten sensiblen Cervicalnerven gehende Reiz führt zu einer reflektorischen Erregung des Vestibularapparats und diese löst die regulatorische Tonusverschiebung im System Oberarm-, Schultergürtel- und Rumpfmuskulatur aus. Daß dabei ein Lichtreiz spezifischer Art den ersten Anstoß zur Auslösung des Reflexes gibt und zwar auf dem Wege über den Strahlensinn der Haut, ist die damit gewonnene neue Vorstellung von anscheinend fundamentaler Bedeutung.

Und dies nicht nur für die Physiologie des Hautsinnesorgans, sondern auch für jene des Labyrinths. Denn sie führt konsequenterweise zur Feststellung, daß die bisher verwendete kalorische Vestibularaktion nichts anderes darstellt als e i n e n möglichen Spezialfall der vestibularen Erregbarkeit im Rahmen einer u n i v e r s e l l e n Ansprechbarkeit des Integuments der proximalsten Segmente auf physikalische Energieeinwirkungen verschiedenster Art, die in einem ununterbrochenen Kontinuum vom langwelligen Ende des elektromagnetischen Spektrums, im besonderen den Wärmestrahlen bzw. dem Ultrarot, über Rot, Gelb, Grün, Blau etc. des sichtbaren Spektrums, bis zum Ultraviolett, den Grenzstrahlen und den Röntgenstrahlen führt. (Siehe Tabelle.)

Ob nicht auch bei der ursprünglichen kalorischen Spülung nach der Methode *Bárány's* neben einer unmittelbaren Einwirkung aufs Labyrinth im Sinne von Druck- und Strömungsveränderungen der Endolymphe, der gleichzeitig gesetzte thermische Hautreiz eine Rolle spielt, soll hier nicht entschieden werden.

download www.zobodat.at

Wodak beantwortet diese Frage jedenfalls in bejahendem Sinne und macht, in Anlehnung an die Erfahrungen über extralabyrinthäre Auslösung vestibularer Reaktionen grundsätzlich für jede kalorische Labyrinthreaktionen zwei Komponenten verantwortlich: eine direkte labyrinthäre und eine indirekte, extralabyrinthäre Komponente, welch letztere eben durch die bei der Spülung verursachten sensiblen Hautreize repräsentiert werde.

Neben diesen theoretischen Überlegungen geht aber aus der integrierenden Bedeutung des Labyrinths für das Zustandekommen des PhTR. auch eine durchaus praktische Konsequenz hervor. Die Beobachtungen an Fällen von einseitiger und doppelseitiger Labyrinthausschaltung ließen ihn nämlich — normale Sensibilitätsverhältnisse im Trigeminusbereich vorausgesetzt — als brauchbaren Indikator für die erhaltene, bzw. fehlende Labyrinthfunktion erscheinen. Damit ist aber die Voraussetzung geschaffen, den PhTR, als neue, äußerst schonungsvolle und auch bei Perforationen des Trommelfells jederzeit anwendbare Untersuchungsmethode des Vestibularapparats in die otologische und neurologische Diagnostik einzuführen. Systematische Versuche in dieser Richtung sind bereits im Gange, ihre Mitteilung bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Rückblick und Ausblick.

Phänomenologisch betrachtet ist der unbewußte Ablauf des PhTR. eines seiner wesentlichen Merkmale. Es handelt sich also beileibe um kein „Sehen" mit der Haut, wie die ihm zugrunde liegenden Beobachtungen gelegentlich ausgelegt wurden, sondern um einen völlig bewußtseinsfern sich abspielenden Reflexvorgang, um eine Reaktion, die eben in ihrer Zwangsläufigkeit gewisse Analogien mit den Tropismen niedriger Tiere erkennen läßt. Gerade dieser Umstand ist es auch, der das, eingangs über die alternative Beziehung zwischen Reflex und Empfindung gesagt wurde, erst ins rechte Licht zu rücken geeignet erscheint. Die Haut sieht nicht, sondern sie vermittelt einen Reflex. Würde der Reflex unterbleiben, so würde damit vielleicht die Voraussetzung gegeben für das Zustandekommen eines Perzeptionsvorgangs. Es bliebe dann Sache des Übereinkommens, ob in einem solchen Falle tatsächlich von einem „Sehen" der Haut gesprochen würde, oder nicht.

Allerdings ist eine solche Möglichkeit zunächst durchaus illusorisch. Doch sind im Bereich der Sinnesphysiologie und Hirnpathologie zahlreiche Beispiele für einen ähnlichen alternativen Vorgang bekannt geworden. So tritt bei labyrintären Drehversuchen sehr häufig eine optische Scheinbewegung der Umwelt an Stelle einer Körperfallreaktion auf und umgekehrt; die beiden oft in planmäßigem Wechsel (*M. H. Fischer* u. a.) So hat *Poetzl* bei parietalen Herden das Auftreten von irregulären Augenstellungen beschrieben, die in gesetzmäßiger Weise mit Metamorphopsien alternierten, in denen das Schief- und Verzerrtsehen der Konturen jeweils denselben Meridianen des Blickfelds entsprach, in deren Ebene die Funktion der vorher durch die motorische Störung betroffenen Augenmuskeln fiel. In einem Falle eigener Beobachtung alternierte eine Zwangsdrehung des Gesamtkörpers um seine Längsachse nach links, auf Grund eines Herdes im rechten Parietalbereich, mit delirant-halluzinatorischen Erlebnissen, in denen die linke Körperhälfte aus der Gesamtheit des Körperbildes abgespalten und halluzinatorisch in den Außenraum projiziert wurde. Schließlich gehört im weiteren Sinne, die oben erwähnte Traumbeobachtung *Poetzl's* hieher, in welcher an Stelle eines optischen Stellreflexes durch die Belichtung der Schlafenden ein auf die Lichtquelle zu gerichtetes Bewegungserlebnis ausgelöst wurde.

All diese scheinbar heterogenen psycho-physischen Beobachtungspaare lassen die gleiche alternative Wechselbeziehung erkennen, die zu Beginn in schematischer Vereinfachung, in dem alternativen Verhältnis zwischen Reflex und Empfindung aufgewiesen wurde. Sie zeigen, daß hier an der Grenzscheide zwischen beseelter und unbeseelter Natur, zwischen Psychisch und Organisch, anscheinend ein überaus bedeutungsvolles Gesetz aufgerichtet ist, das vielleicht geeignet erscheint, das Phänomen der Entstehung des Bewußtseins, gleichsam in statu nascendi, von einem neuen, energetischen Standpunkt aus, zumindest deskriptiv zu erfassen: Wo der Strom des organischen Geschehens anscheinend verebbt, wo die „Reflexmaschine" die Reizantwort auf die Reizfrage anscheinend schuldig bleibt, dort mündet eben dieser Strom in den disparaten Empfindungsvorgang ein, dort ersteht aus der Reflexmaschine das empfindungsfähige, bewußtseinerhellte Individuum mit allen seinen Freiheitsgraden.

Es ist nicht von Ungefähr, daß auf ein höheres, metaphysisches Niveau erhoben, auch in der Philosophie von *L. Klages* die gleiche Antinomie aufscheint, in der der Geist als Widersacher der Seele den vitalen, aus der naturhaften Tiefe des Lebens strömenden Impuls aufbraucht, konsumiert, um ihn in der Sackgasse eines starren, zeitlosen, rationalen Seins versiegen zu lassen. Nur die Vorzeichen der Wertung sind da und dort verschieden.

Allein es liegt durchaus im Bereich des Möglichen, daß eine solche Konzeption auch auf dem Boden der medizinischen Wirklichkeit ihre innere Berechtigung zu erweisen vermag. Theoretisch wäre nämlich auch für den PhTR. der Fall vorstellbar, daß eine entsprechende Versuchsperson, etwa ein Blinder, durch systematische Übung die Fähigkeit erlangt, die durch den Reflex ausgelöste Tonusschwankung, etwa zugleich mit der willkürlichen Unterdrückung der ihr zugehörigen motorischen Exkursionen, wahrzunehmen, sich also auf die Unterscheidung der verschiedenfarbigen Lichter auf dem Wege über den Strahlensinn der Haut bezw. vermittelst propriozeptiv empfundener Schwankungen des Muskeltonus zu dressieren. Also letzten Endes, wenn auch auf indirektem Wege, doch mit der Haut zu „sehen".

Es erforderte dies im individuellen Leben vermittelst fortgesetzter Übung die Rekapitulation eines Vorgangs, der sich in analoger Weise im Verlauf der phylogenetischen Entwicklung abgespielt hat: Die Ablösung eines zwangsläufigen, reflexmäßigen, tropismusartigen Geschehens durch einen bewußtseinserhellten Empfindungs- und Wahrnehmungsprozeß — unter quantitativem Aufgehen der Energieen des ersteren in den letzteren. Freilich vermöchte in einem solchen Falle die Haut nur in weitläufigster Annäherung die Rolle der Netzhaut zu übernehmen. Für die Möglichkeit einer Gestaltwahrnehmung fehlt ja jede Voraussetzung, von dem Fehlen eines Refraktionsapparats ganz zu schweigen. Von der ursprünglich jeder Zelle gegebenen Irritabilität bis zur energiespezifisch abgestimmten Photosensibilität ist eben doch ein weiter Weg und es ist fraglich, ob er durch bloße individuelle Übung und Dressur überhaupt durchmessen werden kann.

Hier darf vielleicht aber doch auf gewisse aus der Blindenpsychologie bekannte Tatsachen hingewiesen werden. Schon

seit langem glauben zahlreiche Autoren Anhaltspunkte für das Bestehen eines Fernsinns, eines Ferngefühls bei Blinden gefunden zu haben. (*Wölflin, W Delansky* u. a.) Insbesondere die Versuche des letzteren, selbst blinden Forschers, sind hier von größtem Interesse. Er fand nämlich, daß dieser Fernsinn in die Haut des Gesichts und der seitlichen Halspartien zu lokalisieren ist — also vollkommen mit dem Auslösungsbereich des PhTR. zusammenfällt. Auch ist er durch Kokainisierung der genannten Bezirke auszuschalten. Allerdings bringt ihn der Verfasser nicht mit dem Vestibular- sondern mit dem Gehörapparat in Verbindung. Schließlich gehören auch die bekannten Beobachtungen über das Erhaltenbleiben eines „Ferngefühls" für Hindernisse in ihrer Flugbahn auch bei geblendeten Fledermäusen hieher.

So finden also die vorerst zweifellos problematisch anmutenden Hinweise auf die Möglichkeit einer praktischen Auswertung des PhTR, bzw. des durch ihn erschlossenen Strahlensinns der Haut ihren Anschluß an bereits bekannte, wenn auch wenig gewürdigte Tatbestände der Sinnesphysiologie. Darüber hinaus eröffnet sich aber für die vorurteilslose Forschung der Aspekt auf ein weiteres, exakt-wissenschaftlichen Methoden bisher verschlossenes Arbeitsgebiet, auf das Gebiet gewisser, bis heute heiß umstrittener Strahlenwirkungen, bei denen die „Wünschelrute" anscheinend nur die Rolle eines Registrierhebels für ähnliche Reflexvorgänge im Organismus des Rutengängers spielt, wie sie durch den PhTR. sichergestellt werden konnten. Dieses Problem soll aber im hier gegebenen Zusammenhang nur aufgezeigt und nicht weiter erörtert werden.*)

———— 2 ————

* Herrn Prof. O. Poetzl, auf dessen Klinik in Wien der grösste Teil der geschilderten Versuche ausgeführt wurde, bin ich für seine freundliche Unterstützung zu grösstem Dank verpflichtet. Ebenso Herrn Prof. Hans Przibram für die mir erteilten vielfachen wertvollen Anregungen. Nicht zuletzt aber auch meinem Freunde, dem Chemiker Dr. Karl Jungmann in Aussig, für unsere Gespräche und Diskussionen, die den ersten Anstoss zu den mitgeteilten Untersuchungen gegeben haben. Der Verfasser.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Vereine für Naturkunde zu Presburg

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: NF_26

Autor(en)/Author(s): Ehrenwald Hans

Artikel/Article: Über den Strahlensinn des Menschen. Experimentelle und klinische Untersuchungen 23-42