

## Antwort auf die Kritik von v. Buddenbrock.

Von R. Demoll.

In dem 38. Band dieser Zeitschrift hat v. Buddenbrock mein Buch über „Die Sinnesorgane der Arthropoden, ihr Bau und ihre Funktion“ einer Kritik unterzogen, in der er in der Hauptsache auf einige Punkte hinweist, die in diesem Buch nach seiner Ansicht eine zu geringe Beachtung gefunden haben oder überhaupt einer Besprechung nicht gewürdigt wurden.

Ich nehme an, daß er hierbei alle die Fehler erwähnt hat, die ihm die bedenklichsten zu sein schienen und da all die von ihm gerügten Unterlassungen von mir beabsichtigt und wohl überlegt waren, so ist es um so mehr angebracht, daß ich die Momente hier anführe, die mich in meinem Verhalten bestimmten, als ich aus der Abhandlung v. Buddenbrock's ersehe, daß man auch unter den physiologisch durchgebildeten Zoologen nicht immer annehmen darf, daß sie zur richtigen Einschätzung der hier zur Sprache gebrachten Vorwürfe gelangen können.

Als Erstes wirft er mir vor, daß der Thigmotropismus und weiter dann, daß der Phototropismus keine Erwähnung darin findet. v. Buddenbrock sagt damit, daß die Behandlung der Tropismen von dem Übertitel „Funktion der Sinnesorgane“ notwendig gefordert wird.

Hierzu ist zu bemerken, daß er mit diesem Standpunkt wohl sehr isoliert stehen mag. Ich will gar nicht darauf hinweisen, daß in den Physiologie-Büchern, die nur die Wirbeltiere behandeln, ein Kapitel über die Tropismen häufig ganz fehlt. Ich bitte nur v. Buddenbrock sich darüber zu orientieren, daß in allen Büchern, in denen die Tropismen behandelt sind, diese nicht unter dem Obertitel „Physiologie der Sinnesorgane“ erscheinen, sondern ein völlig hiervon abgetrenntes Gebiet darstellen. So auch in Winterstein's Handbuch, wo die Tropismen und die Physiologie der Sinnesorgane, ferner die Reflexe etc. als einander koordinierte Abhandlungen unter dem Übertitel „Physiologie der Reizaufnahme, Reizleitung und Reizbeantwortung“ zusammengefaßt sind. Und dies mit vollem Recht. Man ist sich heute noch nicht einig, wie die Tropismen aufzufassen sind. Aber ganz gleichgültig, ob man sie durchweg als Reflexe auffaßt, oder ob man in ihnen zum Teil ein dem Protoplasma ureigenes Geschehen sieht, so oder so, in keinem der beiden Fälle kann es motiviert werden, die Tropismen unter den Titel „Die Funktion der Sinnesorgane“ zu stellen.

Würde man also schon in einer Abhandlung, die sich auf die Sinnesorgane sämtlicher Tiere bezieht, eine Mitbetrachtung der

Tropismen im Titel ausführlich zu erwähnen haben, so hat diese in einer abgegrenzten Darstellung der Funktion der Sinnesorgane eines einzigen Tierkreises erst recht nichts zu suchen, falls man nicht willkürlich dem Buch einen aus zwei Teilen zusammengesetzten Inhalt geben will.

Welche Beziehungen bestehen denn zwischen der Spezifität der Sinnesorgane und den Tropismen? Haben die Arthropoden irgendwelche durch den Charakter ihrer Sinnesorgane besonders gekennzeichnete Tropismen? Ist der Heliotropismus ein anderer, wenn er vom Fazettenauge, und ein anderer, wenn er vom Linsenauge ausgelöst wird? Ist derjenige der Mollusken und der Krebse, da wo er verschieden ist, deshalb verschieden, weil die Augen verschieden gebaut sind? und da, wo er gleich ist, deshalb gleich, weil die Augen gleich sind? Was hat es mit den Sinnesorganen zu tun, daß, um ein Beispiel aufzustellen, bei gewissen Copepoden nur die Weibchen einen deutlichen Phototropismus zeigen, daß ferner bei den Larven der Stomatopoden und mancher Macruren die Lichtstimmung mit dem Lebensalter mehrmals wechselt?

Die Tropismen haben mit der Eigenart der Sinnesorgane nur einen lockeren Zusammenhang. Dagegen sind sie etwas so allgemein dem Leben zukommendes, daß es wohl nie jemand einfallen würde, eine selbständige zusammenfassende Abhandlung über die Tropismen eines einzigen Tierkreises zu schreiben. Man überlege sich doch nur, daß die Tropismen mit den Sinnesorganen nicht enger verknüpft sind und von ihrer Spezifität nicht mehr beeinflusst werden, als jeder beliebige Reflex. Warum also nicht auch fordern, daß ich ebenso z. B. alle dem Beuteerwerb dienenden Reflexe zu beschreiben habe. Derartige Reflexe sind in dem Buch genau so wie die Tropismen eben nur da beigezogen, wo sie über die Physiologie der betreffenden Sinnesorgane etwas auszusagen vermögen. Ein „Mehr“ schien mir nicht angebracht, und die Ausführung von v. Buddenbrock vermochte nichts wesentliches zu bringen, was mich von diesem Standpunkt hätte abwenden können. Auch seine Originalarbeiten über den Phototropismus der Arthropoden, deren Erwähnung er ja wohl in meinem Buch vermißt, vermochten mir nicht das Wesen des Phototropismus in ein anderes Licht zu setzen.

Wohl sehe ich ein, es wäre besser gewesen, wenn ich alles dies schon im Vorwort des Buches gesagt hätte; ich glaubte aber annehmen zu dürfen, es sei dies zu geläufig, um erwähnenswert zu sein. Dies war ein Irrtum, denn v. Buddenbrock schreibt: „Es ist schwer zu begreifen, was Demoll unter „Funktion der Sinnesorgane“ versteht, wenn er dies alles zu bringen für überflüssig erachtet.“ Damit meint v. Buddenbrock weiter, die Betrachtung der tonuserregenden Wirkungen mancher Tastsinnes-

organe; ja er geht noch viel weiter und verlangt, daß die Reflexwirkungen auf die Chromotaphoren ebenfalls hier zu besprechen wären. Vielleicht nimmt er das Handbuch von Winterstein zur Hand, um dort zu finden, daß dieser Gegenstand in den Bänden über Energie und Formenwechsel zur Sprache gebracht wird, während die Sinnesorgane natürlich nur unter dem oben erwähnten Übertitel gefunden werden.

Gewiß, es dürfte mir wohl kaum ein Vorwurf daraus gemacht worden sein, wenn ich unter dem Obertitel, wie ihn das Buch führt, auch die Tropismen gestreift hätte. Der Umfang des Buches war jedoch in enger Grenze festgelegt. Ich erhielt zunächst die Aufforderung für den Verlag ein Buch über die Sinnesorgane der Arthropoden im Umfang von 10 Bogen zu schreiben. Ich antwortete, daß ich gerne diese Anregung aufnehmen würde, daß ich aber darauf bestehen müsse, daß mir 15 Bogen zugebilligt werden. In diesem Sinne wurde dann der Vertrag abgeschlossen. Wollte ich das was der Titel des Buches zu behandeln verlangt, einigermaßen eingehend darstellen, so durfte ich nicht auf dessen Kosten vom Wege abliegende Gebiete betreten. Wurde es mir doch schon schwer genug, die große Zahl der Sinnesorgane mit bisher unbekannter Funktion, wie sie einzelnen Gruppen der Arthropoden vielfach zukommen, gänzlich unbesprochen lassen zu müssen. So mußte denn zunächst alles ausscheiden, was nicht direkt zu „Bau und Funktion“ der Sinnesorgane gehört. Und dazu zählen die Tropismen und natürlich auch die Abhängigkeit der Hauptpigmentstellen von Sinnesorganen.

Der nächste Vorwurf, den mir v. Buddenbrock macht und der darin besteht, daß ich die Funktion der Halteren, über die er selbst gearbeitet hat, nicht erwähnt habe, kann ihm so sehr nicht verübelt werden. Ich gestehe, daß mir selbst zunächst vorschwebte, daß auch dieser Gegenstand zu berücksichtigen wäre und daß ich erst davon absah, als ich in die Betrachtung näher eintrat und als mir klar wurde, daß der Stabilisierungs- und Bewegungsmechanismus, der in den Halteren voraussichtlich gegeben ist, mit einer Sinnesfunktion nicht mehr zu tun hat, als der Steuerungs- und Stabilisierungsmechanismus, der für den Vogelflug in den Schwanzfedern gegeben ist. Zu beschreiben waren also nur die Sinnesorgane auf den Halteren, und hierbei wurde ich durch die Funktion der Sinnesorgane, die sich auf der schnellen Schwingung der Halteren aufzubauen scheint, auch zu der Frage nach der Beziehung dieser Sinnesorgane zu den Halterenschwingungen gebracht. Eine Verkennung der Sachlage ist hier allerdings um so leichter möglich, als die Halteren dadurch, daß sie mit Sinnesorganen an der Basis übersät sind, leicht selbst in ihrer Gesamtheit als Sinnesorgane aufgefaßt werden. Mit wohlüberlegter Absicht habe ich

diese Funktion der Halteren nicht erwähnt, weil durchaus nicht in den Rahmen gehörig. Dagegen wird v. Buddenbrock in meiner Arbeit „Über den Flug der Insekten und der Vögel“, die ich gleichzeitig mit der Herstellung des Buches in Gang hatte, die von ihm aufgestellte Hypothese hinsichtlich der Funktion der Halteren gewürdigt finden. Dort war eine Heranziehung dieser Arbeit am Platze, hier aber nicht und daher unterblieb sie auch. Erstaunlich ist mir allerdings doch, daß v. Buddenbrock nie selbst auf diesen Gedanken kam, nachdem er folgende zwei Fragen als besonders schwerwiegend und als mit „keinem Wort“ erwähnt aufstellt, die ihm deutlich genug das Gesagte hätten klar werden lassen können.

Er schreibt: „Ich schicke voraus, daß sich z. Z. unsere ganze Kenntnis von der Funktion der Halteren auf zwei schon sehr lange bekannten Versuchen aufbaut. 1. Können die Dipteren nach Herausreißen der Halteren nicht mehr oder nur sehr schlecht fliegen und 2. tritt der gleiche Effekt ein, wenn man die Halteren festklebt. Jede zukünftige Behandlung dieses Problems muß notwendigerweise von diesen zwei Grundversuchen ausgehen. Trotzdem steht in Demoll's Buch kein Wort von ihnen, sei es, daß er sie für bekannt voraussetzt oder aus sonst einem mir unerfindlichen Grunde.“

Hierzu zwei weitere Fragen, die ich v. Buddenbrock vorlegen möchte. 1. Können die Vögel nach Herausreißen der Schwanzfedern nicht mehr oder nur sehr schlecht fliegen? und 2. hat diese Frage etwas mit Sinnesorganen zu tun? es sei denn mit dem Schmerzsinne. v. Buddenbrock wird mir vielleicht antworten, daß ein Vergleich hier insofern nicht möglich ist, als die Halteren mit Sinnesorganen dicht besetzt sind, daß also mit dem Ausreißen der Halteren auch die Sinnesorgane entfernt werden. Nun wird man aber doch kaum fehl gehen, wenn man von den Sinnesorganen, die die Basis der Halteren umgeben, annimmt, daß ihre Funktion mit der Bewegung der Schwinger selbst in Zusammenhang steht, daß sie sozusagen für die Schwinger da sind. Ist dies aber der Fall, so kann ein Ausreißen der Halteren oder ein Festlegen derselben nur etwas aussagen über die Bedeutung der Bewegungen der Halteren, aber nichts über die Bedeutung der Sinnesorgane für die Halteren. Dies wäre nur möglich, wollte man ihnen eine Funktion zuschreiben, die nicht die Halteren, sondern sonst einen Teil des Körpers trifft. v. Buddenbrock wird also kaum bei dieser Behauptung stehen bleiben können, wenn er nicht in diesen Sinnesorganen selbst statische Organe oder etwas Derartiges sieht.

Den Vorwurf von v. Buddenbrock muß ich also entschieden zurückweisen.

Ich nehme hier gern die Gelegenheit wahr, auf die Kritik von Weinland zurückzukommen, die ich als zu Recht bestehend anerkennen muß. Weinland war der Erste, der mit der Ansicht aufräumte, daß die Sinnesorgane an der Basis der Halteren Geruchs- oder Gehörsorgane sind. Ich bedauere, dies nicht hervorgehoben und einen Passus folgender Art eingefügt zu haben: Weinland, der zum erstenmal darauf hinwies, daß die Sinnesorgane auf den Halteren auch für die Halteren sind, nimmt an, daß die federnden Kuppeln durch die Zentrifugalkraft nach Maßgabe der Geschwindigkeit der Halteren eine verschieden starke Schleuderbewegung ausführen und auf diese Weise die Bewegung der Halteren zu registrieren imstande sind.

Meine eigene Auffassung lehnt sich an diese Weinland's an; doch vermute ich, daß es nicht Schleuderbewegungen der Kuppeln sind, die den Funktionsreiz liefern, sondern Dehnungen und Zusammenpressungen der Kuppeln an ihrer Basis. Diese Auffassung scheint mir insofern den Vorzug zu verdienen, als einmal die Masse dieser Kuppeln so minimal ist, daß an der postulierten Zentrifugalkraft gezweifelt werden kann; wichtiger aber als dies scheint mir, daß die Drucksinneskuppeln auf dem Schmetterlingsflügel ihrem Bau nach eine Schleuderbewegung der Kuppeln nicht zulassen. Und doch scheint für beide Gruppen dieselbe Funktion vorzuliegen. Auch wäre zu erwarten, daß eine Häufung dieser Sinnesorgane nicht an der Basis stattfindet, sondern da, wo die Zentrifugalkraft am stärksten wirkt, an den distalen Enden. (Die Erklärung, die Weinland für diese Lage gibt, kann jedenfalls nicht auch für die Schmetterlinge gelten, scheint mir aber auch für die Halteren keineswegs zwingend.)

Weiter kritisiert v. Buddenbrock, daß ich wohl ausführlich die Funktion der statischen Organe derjenigen Krebse besprochen habe, deren Statocysten einander entgegenarbeiten hinsichtlich der Reflexe, die von ihnen ausgelöst werden, daß ich aber nur mit einem Satz auf diejenigen eingegangen bin, bei denen die gleichen Reflexe von der rechten und linken Statocyste ausgehen, und daß ich hier das Wort „sollen“ als Fragezeichen eingefügt habe. Wenn ich diesen Vorwurf auch insofern anerkenne, als ich gut getan hätte, mich über das „sollen“ näher auszusprechen so muß ich doch hinzufügen, daß wir eben dank der schönen Arbeit von Kühn über die Reflexe der 1. Gruppe sehr genau orientiert sind. Dagegen scheinen mir bei der 2. Gruppe immer noch Momente vorhanden zu sein, die es mir fraglich werden lassen, ob erneute eindringliche Untersuchungen hier nicht doch zu etwas anderen Resultaten führen würden.

Ich schrieb: „Bei den schwimmenden Dekapoden sollen nach Beobachtungen, die schon von Delage gemacht wurden und nach solchen neueren Datums beide Statocysten in jeder Körperlage genau gleiche Reflexe auslösen. Die Schrägstellung der Sinnesfläche läßt das Verhalten schwer verständlich erscheinen.“ Die Schrägstellung bewirkt, daß bei einer Neigung des Tieres nach der Seite, die eine Fläche in Horizontallage kommt, während die andere in diesem Moment (z. B. bei Mysideen nach Bethe's Abbildung) nicht nur schon senkrecht steht, sondern bereits überhängt. Dort ruht also der Stein auf der horizontalen Unterlage, hier hängt er frei an der Wand. Trotzdem können zweifellos Reflexe gleicher Qualität von den beiden verschieden gereizten Statocysten ausgehen. Wird doch die Erregung in ihrer Qualität nicht von dem Reiz bestimmt, und es kann dies auch weiter für alle Lagen derart durchgeführt sein, daß die gleichen Reflexe von den stets verschiedenartigen (mit Ausnahme der zwei Normallagen), aber zusammengehörigen Reizen ausgelöst werden. Das aber, woran ich zweifle, ist, daß „genau gleiche Reflexe“, d. h. auch hinsichtlich der Intensität gleiche Reflexe, ausgelöst werden können; gilt doch die Regel, daß ein intensiverer Reiz auch die stärkere Erregung auslöst und die Reize muß man doch wohl als verschieden stark annehmen bei einem auf der Unterlage ruhenden und bei einem mit seinem ganzen Gewicht an den Haaren hängenden Stein. Weil ich hier erwarten muß, daß erneute eingehende Untersuchungen doch noch Differenzen, wenigstens hinsichtlich der Intensität aufdecken werden, deshalb habe ich das Wort „sollen“ eingefügt. Dies sollte zu neuen Erwägungen und Untersuchungen des vorliegenden Problems anregen.

Wie auch das Resultat solcher neuen Untersuchungen sein mag, sei es, daß meine Vermutung bestätigt wird, sei es, daß in der Tat genau gleiche Reflexe ausgelöst werden, immer liegt eine Bereicherung unserer Erkenntnis vor. Auch im letzten Fall. Denn vorderhand kann man es noch nicht wagen, aus den Beobachtungen von Delage u. a. den weittragenden Schluß zu ziehen, daß hier ein Organ vorliegt, dessen Erregungen hinsichtlich ihrer Intensität gänzlich unabhängig sind von der Intensität des Reizes<sup>1)</sup>. Das „Sollen“ ist also nach meiner Ansicht ganz und gar berechtigt.

1) Nur beim Sehen und zwar bei dem des Menschen und auch bei dem des Schinpansen und Haushuhns (Köhler) konnte bisher für bestimmte Fälle der Mangel einer Beziehung zwischen Reizintensität und Wirkung festgestellt werden. Es gilt dies für das vergleichende Sehen von Oberflächenfarben, das in weitgehendem (sehr stark bei schwarz-weiß) Maße von der Beleuchtungsintensität unabhängig bleibt. Hier liegen psychologische Faktoren zu Grunde.

Ob sonst noch Ähnliches beobachtet wurde, ist mir nicht bekannt.

Und wenn v. Buddenbrock die Anregung zum erneuten Überdenken dieser hier auftauchenden Fragen nicht aufgenommen hat, sie sogar energisch zurückweist, so kann ich nur hoffen, daß ich nicht bei allen Lesern dieses Buches hier den Zweck so verfehlt haben möge.

Der nächste Vorwurf lautet: „Die fundamentale Tatsache, daß die Statocysten zum Balancieren nicht nur um die Längsachse, sondern auch um die horizontale Querachse dienen, wird dem Leser ebensowenig mitgeteilt, wie die gleichfalls nicht unwichtige, daß bei den schwimmenden Dekapoden die Abdominalfüße die wichtigsten Erfolgsorgane der Statocysten darstellen.“

Der zweite Teil dieses Satzes ist ja bereits bei Behandlung der Tropismen, Reflexe etc. besprochen.

Was die erste Hälfte anlangt, so hatte ich hier allerdings den Fehler begangen, etwas für zu selbstverständlich zu halten, nämlich, daß der Statolith durch Verschiebung auf der plattenartigen Unterlage nach jeder Richtung hin entsprechende Sensationen der Sinneshaare ergibt. Doch habe ich ausgeführt, wie die Tiere mit Hilfe der Statocysten ganz allgemein und in jeder Lage oben und unten zu unterscheiden vermögen. Von Drehungen nur um die Längsachse ist nichts gesagt. Die Regulationsfähigkeit bei Drehungen um die horizontale Querachse ist somit eingeschlossen. Daß ich hier mit einer Selbstverständlichkeit rechnete, ist auch aus der Fußnote zu ersehen. Doch will ich damit nicht abstreiten, daß eine Ausführung am Platze gewesen wäre. Übertrieben ist es aber, hier von fundamentalen Tatsachen zu reden.

Weiter schreibt v. Buddenbrock, „daß es bei den Krebsen statische Reflexe gibt, die nicht an Statocysten gebunden sind, wird in ganz willkürlicher Weise nur für die Stomatopoden angegeben, obgleich diese Reflexe auch bei den Krebsen mit Statocysten (*Palae-mon*, *Mysis*) neben diesen Organen in einwandfreier Weise nachgewiesen sind.“

Die Arbeiten, die v. Buddenbrock wohl hier im Auge hat, nämlich von Rádl, Ewald, Mc. Ginnis, v. Buddenbrock handeln alle von Tropismen, d. h. von der Orientierung statocystenloser und statocystenbesitzender Krebse nach dem Licht. Hier liegt vermutlich bei den statocystenlosen Tieren überhaupt kein statischer Sinn vor; jedenfalls läßt sich darüber nichts ermitteln. Die rein phototropischen Bewegungen aber gehören nicht hierher. Bei den Stomatopoden dagegen handelt es sich um ein Reagieren lediglich nach Maßgabe der Schwerkraftrichtung. Daher ist bei diesen ein statischer Sinn anzunehmen, wenn er auch bisher nicht lokalisiert zu werden vermochte. Dies hat auch v. Buddenbrock 1914 anerkannt. v. Buddenbrock verweist aber besonders auf

*Palaemon* und Mysideen. Die Arbeiten, die hier vorliegen, sind die von Steiner (1887) über *Palaemon* u. a. und die von v. Buddenbrock selbst über *Leptomysis* (1914). Die erstgenannte Arbeit wurde nicht berücksichtigt, da sie kein klares Resultat lieferte und weil sie nicht sehr zuverlässigen Eindruck macht. Steiner schreibt: nach Entfernung der Augen und der Statocysten bei *Palaemon* „L'animale roule encore souvent autours de son axe lorsqu'il commence à nager à l'aide de ses pattes abdominales; mais on constate que, même dans ce cas, l'animal conserve quelquefois son équilibre“. Ich habe es nicht gewagt, daraufhin außerhalb der Statocysten des *Palaemon* noch einen anderen statischen Sinn anzunehmen, nur weil die Tiere „quelquefois“ das Gleichgewicht behalten. Außerdem erwähnt Steiner, daß er allen Krebsen, mit denen er operierte, auch *Squilla!*, die Statocysten entfernte. Dies klingt nicht sehr zuverlässig. v. Buddenbrock selbst hat an *Leptomysis mediterraneo* gearbeitet: Eine Anzahl ihrer Statocysten beraubter Tiere wurden horizontal beleuchtet. Es zeigte sich nun, daß sie nicht, wie es dem Lichtrückenreflex entsprochen hätte, in einer Ebene umherschwammen, die senkrecht stand, sondern in dieser vertikalen Ebene führten sie nur Bewegungen aus in senkrechter Linie. v. Buddenbrock schließt hieraus: „Es kann dies nur erklärt werden durch die Annahme eines weiteren, an der Erhaltung des Gleichgewichts beteiligten Faktors, den ich, wie gesagt, als den allgemeinen Lagereflex bezeichnen will.“ 1914, S. 507.

Diese Ergebnisse über einen außerhalb der Statocysten vorhandenen statischen Sinn habe ich deshalb nicht angeführt, weil ich den Beweis durchaus nicht für geglückt halte. Ich vermute, daß die Mysideen in diesem Falle lediglich deshalb nur in der Vertikalen, nach oben und nach unten schwimmen, weil ihnen jedes andere Schwimmen unmöglich oder mindestens außerordentlich beschwerlich sein würde, wenn sie dabei in Orientierung nach horizontal einfallendem Licht ihren Rücken diesen zukehren wollten. So lange das Gegenteil nicht peinlichst genau bewiesen ist, darf man vermuten, daß der Schwerpunkt des schwimmenden, entstateten Tieres nicht zusammenfällt mit dem Auftriebsmittelpunkt. In diesem Falle aber wird es den Tieren unmöglich sein in Seitenlage zu schwimmen, da so das Drehmoment, das aus der gegenseitigen Lage von Schwerpunkt und Auftriebspunkt resultiert, seinen größten Wert, und andererseits die Drehung selbst (um die Längsachse) den geringsten Widerstand bietet. Es würde ein solches Schwimmen in Seitenlage ständige, stets gleich gerichtete, energische Balancebewegungen der Beine fordern. Bei einem Schwimmen in der Vertikalen dagegen werden nur unbedeutende regulatorische Bewegungen dann und wann nötig sein, und diese werden mit dem Schwanzsteuer ausgeführt werden können. Hierin sehe ich, solange andere Tatsachen

nicht vorliegen, die Erklärung, weshalb die Tiere nur in der Vertikalen schwimmen. Für die Annahme eines zweiten statischen Sinnes liegt vorderhand jedenfalls keine Ursache vor. Den „einwandfreien“ Beweis vermisste ich durchaus.

v. Buddenbrock fährt in seiner Kritik dann weiter fort: „Wenn der Verfasser aber von den ‚sicher vorhandenen dynamischen Funktionen‘ der Statocysten der Mysideen spricht, so hätte er immerhin dazusetzen müssen, daß sich diese ‚Sicherheit‘ bisher nur auf theoretische Erwägungen und nicht auf irgendeinen Versuch stützt.“ Über diese Auslegung von v. Buddenbrock bin ich um so erstaunter, als er doch selbst über den von mir in dem Buch ausführlich besprochenen von Bauer entdeckten Springreflex der Mysideen gearbeitet hat. Er schrieb damals: „Die Statocysten der Mysideen dienen bekanntlich auch zur Perzeption von Erschütterungen, auf welche diese Krebse mit dem sogen. Springreflex antworten — ein einzig dastehender Fall —.“ Weiterhin vermag er diese Beobachtung von Bauer voll und ganz zu bestätigen. Und nun frage ich ihn, was für eine Funktion er in diesem Falle den statischen Organen zuspricht? Es würde mich interessieren zu erfahren, was anders als eine dynamische Funktion hierin gesehen werden kann, es sei denn, daß er auf die längst überwundene Hörfunktion zurückgreift. Ich fühle mich daher trotz der Kritik von v. Buddenbrock im Recht, wenn ich von sicher vorhandenen dynamischen Funktionen spreche.

Der nächste Vorwurf v. Buddenbrock's lautet: „Hätte sich Demoll ein wenig näher mit Rádl's gehaltvollem Werk beschäftigt, so wäre ihm auch vermutlich das Versehen nicht unterlaufen, daß er einen Versuch als neu beschreibt, den Rádl bereits vor 15 Jahren gebracht hat.“ Die Sachlage ist folgende: In einer Anmerkung habe ich darauf hingewiesen, daß Käfer auf der Drehscheibe kein verändertes Verhalten zeigen, wenn man ihnen die Fühler und — worauf es mir ankam — damit die Johnston'schen Organe entfernt. Rádl andererseits machte folgenden Versuch: Er ließ Käfer auf der Drehscheibe laufen und versuchte nun festzustellen, ob die eigene Richtung, die sie hier immer verfolgen, durch eine optische Orientierung gewährleistet wird. Er stülpte daher über die schwarz bezogene Drehscheibe eine  $\frac{1}{2}$  m hohe und 40 cm breite mit schwarzem Tuch ausgekleidete Röhre, um jede Orientierung nach dem Fenster auszuschließen. Der Effekt ist (Rádl 1903, p. 31): „Nach sehr oft wiederholten Versuchen habe ich höchstens undeutliche Spuren einer Kompensation gefunden. . . je besser das seitlich einfallende Licht abgeblendet war, desto undeutlicher waren die Kompensationen des Käfers.“

Zunächst liegen hier zwei ganz verschiedene Versuche vor. Man könnte aber wohl sagen, wenn Rádl nachweist, daß die kom-

pensatorischen Bewegungen nur durch die optischen Eindrücke hervorgerufen werden, so sind meine Versuche von vornherein schon negativ beantwortet. Ich habe aber gerade deshalb Rádl hier zitiert, weil, wie man sieht, eine eindeutige Antwort hier keineswegs vorliegt. Wenn nur noch feinste Spuren der Kompensation nach Ausschluß optischer Orientierung übrig bleiben, so ist es gerechtfertigt genug, noch nach anderen Sinnesorganen zu suchen, die hier verantwortlich zu machen sind. Ja, ich gehe noch weiter, selbst wenn Rádl's Versuche eindeutig ausgefallen wären, würde immer noch die Möglichkeit bestehen, daß auch andere Sinnesorgane Kompensationen hervorrufen, die aber normalerweise an die Führung durch die Augen so gewohnt sind, daß sie auch bei Ausschalten der Augen zunächst mit diesen versagen. Der Fall liegt aber hier so, daß man nach Rádl's Angabe doch wohl annehmen darf, daß die Kompensation in erster Linie zwar von den Augen, zum Teil aber noch von einem anderen Sinnesorgan bedingt wird.

Ich stelle daher fest: Mein Versuch war insofern neu, als Rádl sich nicht um die Frage bemühte, ob speziell den Johnston'schen Organen irgendwelcher Einfluß zuzuschreiben ist. Zweitens stelle ich fest, daß durch die ganzen derartigen Versuche von Rádl mein Versuch keineswegs überflüssig wurde. Schließlich aber möchte ich noch betonen, daß, selbst wenn dies alles nicht so zuträfe, ich es selbst dann mir nicht zum großen Vorwurf machen würde, wenn ich mal in einem ganz unbedeutenden, sozusagen nebenher angestellten Versuch, der auch nebenher — in der Anmerkung — erwähnt wurde, einen Autor zu zitieren vergesse, der dasselbe schon früher ausgeführt hat. Auch einem anderen gegenüber habe ich es nie als großes Verbrechen anrechnen können, wenn er irgendeine Angabe brachte, die in einer meiner früheren Arbeiten bereits enthalten war. Denn schließlich ist der Zweck die Wissenschaft zu fördern und nicht, sich gegenseitig zu zitieren; doch sehe ich darin nicht etwa für mich ein Leitmotiv, das mich zu Bequemlichkeit und Lässigkeit in Autorenangaben verleiden könnte.

Hier möchte ich gerne noch eine Kritik des wichtigsten Befundes einfügen, den wir bisher v. Buddenbrock verdanken. Er hat in den verschiedensten Tiergruppen den von ihm sogen. „Licht-rückenreflex“ nachgewiesen. Ich habe ihn auch in meinem Buch an mehreren Stellen erwähnt, ohne ihn einer näheren Kritik zu unterziehen. Ich würde es heute nicht mehr tun. Denn die Bedenken gegen diesen Begriff, die mir früher bei der Lektüre zunächst in schwächerer Form entgegentraten, haben sich immer mehr zu einer kompakteren Form kristallisiert, so daß ich heute auf dem Standpunkt stehe, daß dieser Begriff zu verwerfen ist, da er nicht das Wesen der Sache trifft. Wenn ich nun dies nachzuweisen ver-

suche, so möchte ich vorweg betonen, daß ich damit durchaus nicht die Experimente von v. Buddenbrock und deren Durchführung angreifen oder gar herabsetzen möchte und ferner, daß ich voll anerkenne, daß die Erscheinungen, die seinem „Lichtrückenreflex“ zugrunde liegen, uns wesentliche Hilfe in der Analyse der Funktion mancher Sinnesorgane leisten können.

Man stelle sich vor, daß ein höheres Wesen mit dem Menschen experimentiert und daß es es in der Hand hätte, einem guten Schwimmer, der etwa unter Wasser getaucht ist und der gewohnt ist, sich unter Wasser mit den Augen zu orientieren, plötzlich alles Licht nicht von oben, sondern von unten zuzuschicken; oder man denke sich einen Flieger, der über den Wolken fliegt, dem dieses experimentierende Wesen plötzlich dieselben Wolken, die er eben unter sich sah, nach oben versetzt und ebenso die Sonne, die er über sich sah, von unten her scheinen läßt. Es ist hier schon recht wahrscheinlich, daß die optische Orientierung so stark wirken würde, daß sie die statische vollständig übertäubt, daß also der Flieger glaubt, auf dem Rücken zu fliegen und dementsprechend Vorgehungen trifft; noch mehr würde dies der Fall sein bei einem Menschen, der sein ganzes Leben, so lange die Sonne scheint, im Flugapparat zwischen Sonne und Wolken zubringt. Wenn dieses experimentierende Wesen im Anschluß daran einen Lichtrückenreflex oder Lichtkopffreflex bei den Menschen beschreiben würde, so würde man vom menschlichen Standpunkt diese Beschreibung für schematisiert und unangebracht halten. Hierin liegt aber lediglich eine Warnung vor Übertreibung, dagegen noch nichts von einer Irreführung durch diesen Begriff. Dies wird uns erst durch folgendes klar.

Es gibt auf Jahrmärkten bewegliche Zimmer, die so eingerichtet sind, daß das ganze Zimmer um eine quer durchlaufende horizontale Achse vollständig drehbar ist. An dieser Achse wird ferner eine große Schaukel aufgehängt. Das Publikum nimmt in dieser Schaukel Platz, dann wird sie leicht angestoßen und der Diener verläßt den Raum. Was nun wirklich passiert, ist folgendes: Die Schaukel schwingt sich allmählich aus und kommt zur Ruhe. Im selben Maße wie dies stattfindet, beginnt aber das Zimmer in Schwingungen zu geraten um die erwähnte Achse, so daß das Publikum den Eindruck hat, daß die Schaukel immer stärker schwingt, auch dann noch, nachdem sie in die Ruhelage zurückgekehrt ist. Der Ausschlag des Zimmers wird nun immer weiter vergrößert, bis schließlich der Boden nach oben, die Decke nach unten sieht. Der Witz bei der Sache ist der, daß jetzt das Publikum den Eindruck hat auf dem Kopf zu stehen und ängstlich den Moment erwartet, wo es von oben herabfällt. Hier sehen wir zweierlei. Einmal, daß auch beim Menschen die optische Orien-

tierung die statische in den Hintergrund drängt unter diesen abnormen Umständen, die denen entsprechen, wie sie im Experiment v. Buddenbrock's gesetzt wurden. Obwohl hierdurch unser Beispiel vom Flieger noch mehr den Charakter des Hypothetischen verliert, hat dennoch noch niemand von einem Lichtkopfreflex der Menschen gesprochen. Das Beispiel von der Schaukel zeigt aber zweitens, daß es bei dieser Orientierung überhaupt nicht auf den Einfall des Lichts ankommt, sondern lediglich auf das optische Bild. Hier liegt nicht die Wirkung von einer vertauschten Einfallrichtung des Lichts vor, sondern lediglich von einer Vertauschung des dargebotenen Bildes von oben und unten. Stellt man das Bild auf den Kopf, so fühlt sich auch der Mensch auf den Kopf gestellt.

Und nun kehren wir nochmals zu dem Flieger zurück. Wenn der Flieger bei dem erwähnten Experiment sofort Rückenlage einzunehmen bestrebt sein würde, so müßte nach Analogie der v. Buddenbrock'schen Experimente, der Experimentator auch dort schließen, daß die Strahlenwirkung der Lichtquelle das Maßgebende ist. Er würde einen Lichtrückenreflex beschreiben. Bringt er dann den Flieger auf die Schaukel in dem drehbaren Zimmer, so würde ihn dieser Versuch über seinen Irrtum aufklären.

Entscheidende Experimente liegen bei Krebsen schon seit 1908 vor. Hadley beschreibt die Wirkung des einfallenden Lichts auf Krebslarven auf Grund ausgedehntester Untersuchungen. p. 300 kommt er zu der „Summary“: „The larvae orient to screens and backgrounds of black and of white by reflex movements identical with those by which they react to direkt illumination and shading.“

Also die gleiche Wirkung, wie einfallendes Licht haben auch helle und dunkle Schirme seitlich oder unten angebracht. Nicht die direkte Bestrahlung ist demnach das Maßgebende, sondern die Konstanz des Reizes verbunden mit der Möglichkeit durch genügende Markierung (Kontrast, Größe, Intensität) Orientierungsobjekt = Kompaß für das Tier zu werden.

Die im Lichtrückenreflex zutage tretende Orientierung der Krebse ist also weiter nichts, als ein spezieller Fall der Orientierung nach einem gewohnten Bild. Befindet man sich in einer so gleichmäßigen Umgebung wie die Krebse, so wird man selbstverständlich auf die markantesten Richtlinien, nämlich die Sonne besonders achten. Damit ist aber gar nicht gesagt, daß auch die ganze Umgebung das übrige Unten und Oben, Rechts und Links dieselbe Wirkung hervorzurufen vermag, wenn den Tieren eine Gewöhnung an diesen markanten Wegweiser, die Sonne genommen wird.

Hier liegt ein ähnlicher Irrtum vor, wie ich ihn vor kurzem (in dieser Zeitschrift) hinsichtlich des Heliotropismus der nach dem

Licht fliegenden Insekten aufgedeckt habe. Auch in diesem Falle sind es nicht die Lichtquellen oder die Lichtstrahlen, die das Tier anziehen; diese allein vermögen es gar nicht zu beeinflussen; nötig ist, daß außerdem die Umgebung dunkel erscheint, der sie dann zu entgehen trachten. Bietet man dem Tier bei gleicher Lichtstärke durch helle Zimmerwände eine erkennbare Umgebung dar, so „interessiert“ es sich nicht mehr für das Licht, von dem es in der Dunkelkammer so sehr beeinflußt wurde. Hier wie dort liegt nicht das Wesen in einer Anziehung des Lichtes, sondern es wirkt auf das Tier wie übrigens auch auf den Menschen, die Gesamtheit des optischen Komplexes. Dieser erst bestimmt, ob der eine Wegweiser Bedeutung gewinnen kann oder nicht.

Die ganze Auffassung der Tropismen der mit Gehirnzentren begabten Tiere scheint mir daran zu krankem, daß man in ihnen ein Unveränderliches, ein Vererbtes, eine einfachste Verkettung zwischen Reiz und Reaktion sieht. Man sagt: Der Krebs wirft sich bei plötzlicher Beleuchtung von unten auf den Rücken, weil ihm der Lichtrückenreflex dazu zwingt. Man sagt weiter: Der Schmetterling fliegt in das Licht, weil ihn der Lichtstrahl dazu zwingt, der Krebs drückt sich in die Ecke, weil ihn seine Tastsensationen infolge eines festgelegten Reflexbogens dazu zwingen. Könnte man die Tiere fragen, so würden sie vielleicht antworten, daß sie sich auf den Rücken werfen, weil sie von unserem Planeten gewöhnt sind, daß die Sonne zuverlässig niemals da steht, wo unten ist; daß sie eben gewöhnt sind, das Licht von oben zu bekommen. Und der Schmetterling würde dasselbe antworten wie ein Kind, das im dunklen Wald ein Licht sieht; nämlich daß es auf das Licht zugelaufen ist, „weil es hell macht“ und „weil es im Wald so dunkel war“; nicht weil es — wie manche gar meinen — von den Lichtstrahlen wie aufgespießt, diesen zustreben mußte. Auch bei dem Menschen muß erst die Umgebung verschwinden, soll er Interesse für eine Laterne gewinnen. Der Krebs aber, der sich in die Ecke drückt, würde wohl antworten: nicht weil mich ein Reflex willenlos in die Ecke treibt, sondern weil ich gern alles sehe, was vor sich geht und weil ich mich nicht gern immer umdrehe, um zu kontrollieren, was hinter mir passiert: darum setze ich mich, sowie die Menschen im Café zu tun pflegen, mit dem Rücken gegen die Wand.

Die Auffassung der Nervenphysiologie und Psychologie der niederen Tiere pendelt immer noch zwischen den beiden Extremen und hält sich zu wenig in der Mitte. Die Tropismen bei den höheren Tieren, auch bei den Arthropoden sind nicht mehr die primitiven Reflexbogen, sondern sie sind zum Teil sicher schon auf die, die Eindrücke verarbeitende und miteinander in Beziehung bringende Tätigkeit der Nervenzentren zurückzuführen.

Bei einem primitivsten Bahnhof, wo ein gegenseitiger Austausch der verschiedenen (Reflex-) Bahnen mit Hilfe von Weichen nicht vorgesehen ist, wo das Wesen des Zentrums nur in einer Überkreuzung mit Hilfe von Überführungen besteht, braucht es keinen Weichenwärter, keine Intelligenz. Gehen aber die für den Außenstehenden gleich schematisiert aussehenden (Reflex-) Bahnen durch ein großes Bahnzentrum (und der Weg Auge—Bein z. B. führt beim Krebs durch das Gehirn), das unzählige Verbindungen der Weichen enthält, so greift hier überall die Intelligenz, der Weichensteller ein und muß hier eingreifen, auch wenn ein ebenso stereotyper Kurs für einen bestimmten Zug gefordert wird wie im ersten Fall.

Durch ein kompliziertes Zentrum — dieser Eindruck hat sich in letzten Jahren immer mehr bei mir verstärkt — kann ein Reflexbogen überhaupt nicht hindurchlaufen, ohne Typisches dieses höheren Zentrums im geringeren oder stärkerem Maße in Mitleidenschaft zu ziehen.

Im Anschluß an die oben besprochenen Ergebnisse der v. Buddenbrock'schen Arbeiten, deren Nichtbeachtung er direkt rügt, möchte ich nun noch die übrigen, die er in seiner Arbeit aus dem Jahre 1915 publiziert hat, einer kurzen Kritik unterziehen, da er vielleicht auch über die Ignorierung dieser Resultate Schmerz empfunden hat.

Um das Vorhandensein eines Lichtrückenreflexes bei fliegenden Insekten zu prüfen, befestigte er einer Fliege ein Stäbchen auf dem Rücken des Thorax, das etwa 2 Thoraxdurchmesser lang war. Dieses Stäbchen war am anderen Ende drehbar um eine Achse aufgehängt. Gewichte, die in Verlängerung des Stäbchens über seine drehbare Achse hinaus angebracht wurden, kompensierten das Gewicht der Fliege, so daß diese nun schon durch einen geringen Anstoß in eine Drehung versetzt werden konnte, andererseits in jeder Lage auch im Gleichgewicht war. Die Drehungen, die die Fliege bei dieser Vorrichtung ausführen konnte, waren die einer Perpendikelscheibe um den außerhalb der Scheibe liegenden Drehpunkt. Das Pendel, in dem die Fliege befestigt war, wurde nun in horizontale Lage gebracht. Die Fliege hing also in Seitenlage in der Luft; und nun begann v. Buddenbrock mit Lichteinfall zu arbeiten und vermißte trotz lebhafter Flügeltätigkeit des Insekts eine entsprechende Drehung um seine Längsachse. Zu dem negativen Resultat, das er erhielt, bemerkt er: „Da ich außerstande bin, einen Fehler in dieser Versuchsanordnung zu entdecken, ziehe ich hieraus den Schluß . . .“ p. 7, 1915.

Man darf wohl mit Sicherheit erwarten, daß das Tierchen das lebhafteste Bestreben hatte, aus dieser unnatürlichen Seitenlage herauszukommen, durch welche Reize dies Bestreben auch ver-

mittelt sein möge. Man darf es sicher erwarten, wenn man sieht, daß jedes Insekt, das man in irgendeiner Schräglage abfliegen läßt, sofort in Bauchlage übergeht. Man darf es aber sicher nicht erwarten bei der verunglückten Versuchsanordnung v. Buddenbrock's, die dem Tier jede Möglichkeit nimmt, sich um die Längsachse zu drehen. Muß doch die Fliege unter normalen Verhältnissen, wenn sie von Seiten- in Bauchlage überzugehen strebt, diese Bewegung damit einleiten und damit fortsetzen, daß die eine Seite gehoben, die andere gesenkt wird. Was aber mutet v. Buddenbrock dem Tier zu! Hier soll sich die Fliege in Seitenlage nach abwärts bewegen; statt einer Drehung, eine seitliche Verschiebung. v. Buddenbrock „weiß“, daß das Tier auf diesem Wege schließlich auch zum Ziel, nämlich in Bauchlage kommen könnte, aber die Fliege ist doch nicht auch so schlau dieses zu „wissen“; sie will sich eben drehen und bemüht sich nicht, die sinnige Anordnung v. Buddenbrock's zu durchschauen.

Auf der nächsten Seite berichtet er über *Branchipus* und führt hier aus, daß Tiere, denen er die Fazettenaugen weggenommen hatte, den Lichtrückenreflex beinahe normal zeigen, daß aber solche, denen er nur das Naupliusauge entfernte, nur noch sehr schwach den Lichtrückenreflex erkennen lassen und er faßt dies als eine spezifische Leistung resp. Nichtleistung dieser beiden Arten von Augen auf. Hierbei habe ich das große Bedenken, daß das Versagen der Tiere bei der Entfernung des Naupliusauges vielleicht gar nicht darauf zurückzuführen ist, daß das Naupliusauge mit diesem Lichtrückenreflex besonders zu tun hat; möglicherweise ist die Ursache nur darin zu sehen, daß bei einer Entfernung des Naupliusauges das Gehirn in viel stärkerer Weise in Mitleidenschaft gezogen werden muß (wenn auch nicht direkt geschädigt, so doch durch das Eindringen von Wasser), als bei Abschneiden der Augentiele dies der Fall sein mag.

Noch ein letztes Wort über dieselbe Publikation. Wie bei den eben und schon weiter vorn besprochenen Versuchen über Fliege, über *Branchipus* und *Leptomysis*, so finde ich in meinen Separatabzügen seiner Arbeiten auch an verschiedenen anderen Stellen Randbemerkungen beigefügt, die ich bei der ersten Lektüre hingeschrieben habe und die mindestens ein Fragezeichen, häufig aber mehr als dies bedeuten und die alle ebenso berechtigt sind wie die hier ausgeführten Randbemerkungen, über deren Berechtigung der Leser selbst entscheiden mag. Ich verzichte darauf, sie alle hier anzureihen. Nur da habe ich nicht geschwiegen, wo mir v. Buddenbrock Nichtbeachtung der (= seiner) neuesten Ergebnisse vorwirft. Wollte man seine Arbeiten kritisch erschöpfen, es dürfte von manchen, z. B. von der erwähnten aus d. J. 1915 kein Punkt unberührt bleiben.

Auf Seite 388 glaubt v. Buddenbrock weiter für Heß noch eine Lanze brechen zu müssen, indem er schreibt: „Ebensowenig Gnade wie Rádl hat auch C. v. Heß vor den Augen des Verfassers gefunden, wovon wir uns im Kapitel über das Farbensehen hinreichend überzeugen können. Demoll stellt es so dar, als ob das einzige Resultat von Heß dies eine wäre, daß die Helligkeitskurve der verschiedenen Lichter bei den wirbellosen Tieren zusammenfällt mit der Helligkeitskurve des total farbenblinden Menschen“. Den hieraus von Heß gezogenen Schluß, daß auch bei den wirbellosen Tieren totale Farbenblindheit vorliege, erkennt Demoll nicht als zwingend an, und mit dieser rein negativen Feststellung ist die ganze große Arbeit von Heß für ihn erledigt. Es erscheint mir nötig, den sehr verdienstvollen Münchner Forscher gegen diese nicht ganz korrekte Art der Beurteilung ein wenig in Schutz zu nehmen.“

Was ich von Heß aufgeführt habe ist folgendes: Seite 198 seine Beobachtungen über Entfernungssehen der Fliegen. Seite 205 werden ausführlich besprochen und voll und ganz anerkannt die Versuche über Adaptation und Unterschiedsempfindlichkeit. In einer Anmerkung ist allerdings ausgeführt, daß man nicht übersehen darf, daß „ein zwingender Beweis“ für die eine Experimentserie von ihm noch nicht gegeben ist. Dagegen ist in dem 2. Absatz des Haupttextes hervorgehoben: „Wir verdanken Heß (1912) noch andere Untersuchungen, die eindeutig die Frage nach der Adaptationsfähigkeit des Fazettenauges bejahen.“

Hinsichtlich des Farbensehens wurde festgestellt, daß Heß in seinen zahlreichen Untersuchungen den Nachweis geführt hat, daß die Wirbellosen sich den verschiedenen Lichtern gegenüber so verhalten, wie ein total farbenblinder Mensch sich in entsprechender Lage verhalten würde. Er wies also nach, daß die Helligkeitswerte eines Spektrums für diese Tiere gleich oder nahezu gleich sind wie für einen total farbenblinden Menschen. Nachdem diese Ergebnisse anerkannt wurden, wies ich dann darauf hin, daß der Schluß, daß den gleichen Helligkeitskurven gleiches Farbensehen entspricht, an sich nicht einwandfrei ist, daß er aber völlig zu verwerfen war in dem Moment, wo in anderer Weise, nämlich von v. Frisch nachgewiesen wurde, daß bei den Bienen eine Dressur auf bestimmte Farben möglich ist, die durch keinen farblosen Helligkeitswert ersetzt werden können, und ferner, daß eine Dressur auf nur Helligkeitswerte nicht gelingt.

v. Buddenbrock schließt nun so: „Wenn einzelne hochentwickelte Insekten wie die Bienen nach v. Frisch Farbensinn besitzen, so ändert dies gar nichts an der Richtigkeit der Heß'schen Auffassung, daß die große Überzahl der Arthropoden wie der

übrigen Wirbellosen in ihren erkennbaren Reaktionen sich völlig wie farbenblind verhalten.“

Ich leugne durchaus nicht die Möglichkeit, daß es auch Insekten gibt, besonders vielleicht solche, die keine Fazettenaugen haben, nämlich die Larvenformen, auf die die Resultate von v. Frisch nicht ausgedehnt werden dürfen. Aber noch voreiliger wäre es, wollte man hier eine Farbenblindheit annehmen auf Grund der Versuche von Heß, nachdem diese bei den Bienen als nicht entscheidend, ja als irreführend sich haben erkennen lassen. Eine derartige Annahme wäre um so bedenklicher, als Heß selbst nachweisen konnte, daß all den untersuchten Insekten gleiches Helligkeitssehen zukommt. Ist für eine der Gruppen aber ein Farbensehen erwiesen, so wird man für die übrigen nur das sagen können, daß die gleiche Helligkeitskurve eine gewisse Verwandtschaft hinsichtlich der Gesamtfunktion nicht von der Hand weisen läßt, solange Tatsachen fehlen, um hierüber definitiv zu urteilen. Wenn ich daher von diesen Möglichkeiten, über die nichts Bestimmtes ausgesagt werden kann, völlig geschwiegen habe, so schien mir dies um so mehr berechtigt, als auf der andern Seite über diejenigen Formen Positives gebracht werden durfte, bei denen die Frage nach dem Farbensehen im Zusammenhang mit der Frage nach der Bedeutung der Blumenfarben immer das regste Interesse wach gehalten haben.

Seite 209 habe ich ausdrücklich festgestellt, daß von Heß vor v. Frisch bereits die Verkürzung der Sichtbarkeit des Spektrums im Rot für die Insekten erkannt hat.

Auf Seite 211 schließlich habe ich ausführlich etwa eine ganze Seite über die Untersuchungen von Heß über die Einwirkung ultraviolett Lichtes gesprochen.

In der Behandlung der so heiß umkämpften Frage über das Farbensehen der Insekten war ich eifrigst bestrebt, den beiden so hoch verdienten Männern Heß und Frisch volle Gerechtigkeit werden zu lassen. Ich habe rückhaltlos anerkannt, wo ich anerkennen zu dürfen glaubte und habe andererseits objektiv kritisiert und zurückgewiesen, wo es mir nötig schien, so daß ich auch heute noch jedes Wort, was ich in dieser Angelegenheit geschrieben habe, vor meinem wissenschaftlichen Gewissen vertreten kann. So wie ich früher mehr zu der Auffassung von Heß neigte und dem Wahrscheinlichkeitsbeweis, den er anführte, eine höhere Bedeutung zumäß und so wie ich damals in einem Referat versuchte, auch den Arbeiten von v. Frisch gerecht zu werden, so habe ich auch jetzt, wo mich die positive Beweisführung von v. Frisch erkennen ließ, daß die negative von Heß aufzugeben ist, in derselben Weise nur das Bestreben gehabt, anzuerkennen, was anzuerkennen ist. Und ich glaube nicht, daß Heß mir einen anderen Vorwurf machen könnte und würde, als den, daß ich einen anderen Standpunkt einnehme.

Schließlich kommt v. Buddenbrock noch auf die von Demoll-Scheuring aufgestellte Auffassung der Tätigkeit der Ocellen zu sprechen und meint, daß es nicht möglich ist, in den Ocellen ein Mittel für binokulare Entfernungslokalisation (im Verein mit dem Fazettenauge) zu sehen. Er schreibt darüber: „Gegen diese ganze Deduktion ist der folgende Einwand zu machen:

„Das binokulare Entfernungsmessen hat in erster Linie die Kongruenz der Bilder zur Voraussetzung, die durch beide Augen dem Gehirn vermittelt werden. In unserem Falle existiert eine solche Kongruenz nicht, vielmehr muß bei dem grundverschiedenen Bau von Ocellus und Fazettenauge von vornherein angenommen werden, daß jedes Objekt in beiden Organen zwei ganz verschiedene Bilder entwirft. Hieran knüpft sich die Frage: Woher weiß das Insekt, daß das Bild a im Ocellus und das total verschiedene Bild A im Fazettenauge zu einem und demselben Gegenstand gehören?“

An dieser Überlegung scheitert die Demoll-Scheuring'sche Auffassung der Ocellen vollständig.“

Wenn v. Buddenbrock glaubt, hier in diese Frage besonders tief eingedrungen zu sein, so irrt er sich. „Woher weiß das Insekt, daß das Bild a im Ocellus und das total verschiedene Bild A im Fazettenauge zu einem und demselben Gegenstand gehören?“

Zunächst antworte ich ihm: Das Insekt „weiß es“, weil ihm diese Beziehungen zum Ocellus und Fazettenauge fest vererbt sind; und dann frage ich ihn weiter:

Woher „weiß“ die Kreuzspinne, daß sie eine Eristalisfliege mit Erfolg und ohne Gefahr attackieren kann, mit einer Biene oder Wespe aber sehr vorsichtig umzugehen hat, woher „weiß“ sie dies, auch wenn sie nie gestochen wurde? Tatsache ist, daß sie bei der Wespe anders zu Werke geht als bei der Fliege. Tatsache ist also, daß hier etwas vererbt werden muß, was mindestens ebenso kompliziert ist wie das, was unsere Auffassung der Ocellen fordert. Und, um auf ein gleiches zu sprechen zu kommen, auf etwas, was sich direkt der hier aufgeworfenen Frage anschließt, frage ich ihn weiter: Woher kommt es, daß ein Schwärmer, der als Raupe und als Puppe im Dunkeln gehalten wurde und auch bis zu dem Moment des Abfluges in dunkler Schachtel verhindert wurde, irgendwelche Raumorientierungen, mit Ausnahme über den Tastraum (tastbare nächste Umgebung) zu gewinnen, woher kommt es, daß dieses Tier im Moment des Abfluges sich vollständig orientiert im Raume zeigt, nicht anstößt, ausweicht, wo es auszuweichen gilt, und so deutlich dokumentiert, daß ihm eine Raumorientierung mitvererbt ist und dies anscheinend in höherem Maße als es bei uns Menschen der Fall ist<sup>2)</sup>.

2) Ich habe diese Beobachtung gelegentlich vor zwei Jahren gemacht, da mich diese Fragen von jeher interessierten und da mir ihre positive Beantwortung, d. h. die Beobachtung, daß derartig vererbtes Material in der Tat vorliegt, am meisten für eine Vererbung erworbener Eigenschaften zu sprechen schien.

Hier wird vererbt, was v. Buddenbrock als ausgeschlossen erklärt, „eine Raumorientierung“. Ob diese mangelhaft ist und nur durch 2 Fazettenaugen vermittelt wird, oder ob auch die Ocellen mit in Betracht kommen, spielt für das Prinzipielle dieser Frage keine Rolle. Für das Zusammenarbeiten der beiden Fazettenaugen allein ist ebenso entweder Erfahrung nötig, oder aber ein vererbtes Etwas, das die Erfahrung zu ersetzen vermag; und daß eine derartige Vererbung vorliegen muß, ist durch meine Versuche an den Schwärmern erwiesen<sup>3)</sup>. Im übrigen hat uns (Demoll-Scheuring) die histologische Untersuchung den direkten Zusammenhang des Ocellarnervs mit dem 2. Ganglion des Fazettenauges feststellen lassen, so daß man keineswegs sagen kann, daß die morphologischen Vorbedingungen für ein In-Beziehung-Treten der Ocellaren — mit den Fazettenaugeneindrücken ungünstiger sei, als für ein solches der beiden Fazettenaugen.

An anderer Stelle — um dies gleich hier mitzubespochen — hat v. Buddenbrock (1915) diese Theorie aus einem andern Grunde abgelehnt. Dort schreibt er: „Denn, wenn das Zusammenarbeiten beider Augensorten zum Entfernungssehen nötig ist, dann muß den zweitgenannten Insekten — gemeint sind diejenigen die keine Ocellen besitzen — diese Fähigkeit notwendigerweise völlig abgehen.“ Mit Hilfe der zitierten Arbeit über das binokulare Sehen hätte sich v. Buddenbrock leicht belehren lassen können, daß so wie beim Menschen auch bei den Insekten eine ganze Reihe von Faktoren für die Entfernungslokalisation in Betracht kommen können, die zum Teil ein relatives, zum Teil ein absolutes Entfernungsmaß geben, die ferner zum Teil nur für solche Objekte gelten, die nach vorn, d. h. innerhalb des binokularen Sehraums der Fazettenaugen liegen, teils wieder nur für solche, die seitlich von der Flugrichtung gelegen sind. Alle diese Möglichkeiten sind p. 552, 53 u. 54 genau besprochen und es ist auch soweit als möglich auf ihre größere oder geringere Bedeutung hingewiesen. Ausdrücklich wird darin betont, daß auch ohne Ocellen eine relative Entfernungslokalisation, ebenso eine absolute für nach vornliegende Gegenstände in erheblichem Maße vorliegen kann. Nur das Gewinnen von absoluten Entfernungsdaten für die Objekte, die nicht in dem meist kleinen Bereich des binokularen Sehfeldes

3) Auch beim Menschen scheinen manche Wahrnehmungen fundamentale Bestandteile zu enthalten, deren ererbte Natur kaum mehr zweifelhaft erscheint. S. 59 schreibt Bühler in seinem Buch „die geistige Entwicklung des Kindes“ (1918): „Den ersten Licht- und Tastempfindungen des Kindes muß man darum gewisse primäre Bestimmtheiten des Ortes und der Ausdehnung ebenso zuschreiben, wie man ihnen Qualitäten und Intensitäten beilegt.“

S. 62 lesen wir: „unwahrscheinlich aber ist es, daß das feinste und zwingenste Motiv zu Tiefeneindrücken, das wir Erwachsene an uns finden, nämlich die Querdisparation der Netzhautbilder beider Augen, seine Wirkung ganz der Erfahrung

der Fazettenaugen liegen, ist ohne Mittätigkeit der Ozellen wohl nahezu gleich Null. Ich zitiere nur den einen Satz Seite 554 der Originalarbeit: „Wir glauben . . . daß das stereoskopische Sehen und die Querdisparation erst da die Stelle der Ocellen vertritt, wo diese vollständig rückgebildet sind, wie z. B. bei den Tag-schmetterlingen.“ Im Anschluß an diesen Satz wird noch ein weiteres, die ocellenlosen Insekten unterstützendes Entfernungskriterium, nämlich die gegenseitige Verschiebung der Objekte während des Flugs erwähnt.

Diese drei Seiten, die von dem Entfernungssehen ohne Ozellen handeln, stehen nun nicht etwa in der Einleitung oder sonst irgendwo an leicht übersehbarer Stelle, sondern zu Anfang des Hauptteiles, der besonders überschrieben ist mit „Eigene Auffassung“. v. Buddenbrock hat also entweder die Arbeit, über die er so emsig zu kritisieren beliebt, gar nicht gelesen, oder er hat sich als Eklektiker nur an die wenigen gesperrt gedruckten Sätze gehalten.

v. Buddenbrock hat aber weder die Arbeit gelesen, noch hat er irgend welche Kenntnis davon, daß hier mehrere Faktoren zusammenwirken, Faktoren, wie sie auch bei dem Sehen der Wirbeltiere bekanntlich in gleicher oder ähnlicher Weise eine Rolle spielen. Die Kritik fließt allerdings um so leichter dahin, je weniger auf Sachkenntnis beruhende Bedenken sich ihr entgegenstellen.

Ein Versehen, daß mir in dem Buch wirklich bei der Besprechung dieser Theorie passiert ist, hat v. Buddenbrock freilich nicht bemerkt. Becher hat mich darauf aufmerksam gemacht. Ich hatte die oben erwähnte in der Originalarbeit ausgeführte Hilfe, die für die Entfernungslokalisation in der gegenseitigen Verschiebung der Objekte (= sukzessive Parallaxe) gegeben ist, anzuführen vergessen. Ferner wurde noch nicht berücksichtigt eine von Bühler neuerdings gemachte Beobachtung, die hier Erwähnung verdiente.

Die Kritik über mein Buch resümiert v. Buddenbrock etwa mit dem Satz: „Bei einer solchen zusammenfassenden Darstellung, die doch dem Leser als Wegweiser durch das ganze Gebiet dienen soll, ist Vollständigkeit das oberste und erste Erfordernis, so gut wie bei einem

verdanken sollte, es liegt da wohl eine in der Struktur der Sehsubstanz vorgebildete Einrichtung, die nur nicht gleich funktioniert, sondern des Anstoßes von außen bedarf.“

Es spricht ferner immer mehr dafür, daß sogar die relative Unabhängigkeit des Sehens der Größe eines Objekts von dem zugehörigen Retinabildchen und ebenso die Unabhängigkeit des Sehens der Oberflächenfarben von der Beleuchtungsintensität nicht auf Erfahrung beruht, sondern diese Art des Sehens ein dem Auge der Säugetiere und Vögel — nur diese sind bisher daraufhin von Köhler untersucht — von vornherein Inhärentes, Ererbtes darstellt.

Fahrplan, der wertlos ist, wenn er nicht alle Züge enthält.“

Ich würde mich schämen, ein Buch geschrieben zu haben, das den Vergleich mit einem Fahrplan aushält, das in fahrplanmäßiger Weise einzelne Tatsachen mit peinlichster Gewissenhaftigkeit aufzählt, dabei aber jedes geistige Band vermissen läßt.

Aber auch, wenn man diesen Vorwurf dahin mildern wollte, daß das Buch die einzelnen Kapitel in zu ungleicher Weise behandelt, einige Fragen zu intensiv, andere zu wenig, so verweise ich nur auf das, was ich in meinem Vorwort gesagt habe, worin ich deutlich eine Grenze zwischen diesem Buch und einem Lehrbuch in dieser Hinsicht zog und gezogen haben wollte: „Man wird wohl bemerken, daß dann und wann einer Frage vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt und ihr intensiver nachgegangen wurde. Derartige Exkurse müssen in einem Lehrbuche unmotiviert erscheinen und daher einen Vorwurf einschließen. In Darstellungen jedoch, die immer wieder über den gesicherten Bestand unseres Wissens hinausgreifen müssen und in dem Maße, als sie dies zu tun gezwungen sind, die Individualität des Schreibenden deutlicher erkennen lassen, in solchen Büchern finde ich Abschweifungen in Gebiete, die den Verfasser besonders beschäftigen, nur begrüßenswert. Ich glaube daher, mir eine volle Zurückhaltung nach dieser Richtung hin nicht auferlegen zu müssen.“

Wenn ich hier die Vorwürfe von v. Buddenbrock zurückgewiesen habe, so tue ich es nicht, weil ich der Überzeugung bin, daß an dem Buch nichts mehr zu bessern wäre. So wie ich aus der früheren Besprechung von Weinland manches entnahm, das mir durchaus beachtenswert erschien, so muß ich andererseits betonen, daß gerade die Fehler, die mir seit der Herausgabe des Buches am dringlichsten vor Augen traten, von v. Buddenbrock nicht erkannt wurden; wenigstens muß ich dies vermuten, weil er sie nirgends erwähnte und weil ich wohl nach dem Stil seiner Kritik nicht annehmen darf, daß er es aus Schonung für mich unterlassen hatte darauf hinzuweisen. Ich nehme zu jederzeit gern jede Belehrung an. Ich würde auch heute schon manches Kapitel, wie z. B. das über Geruch und Geschmack unter dem Einfluß der Lektüre von Henning's Buch und anderen wesentlich umschreiben. Ich fühle mich aber nur belehrt von Solchen, die über der Sache stehen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Demoll Reinhard

Artikel/Article: [Antwort auf die Kritik von v. Buddenbrock. 266-286](#)