Über die Helligkeitsvergleichung des Hundes

Ein Beitrag zum Intelligenzproblem des Tieres

Mit einer Textzeichnung

Von Rektor A. Franken, Brackwede

Inhaltsangabe:

I. Problem
II. Geschichtliches.
III. Methode
IV. Versuchsanordnung.
V. Vorversuche.
VI. Versuche mit farblosen Papieren.
a) Einstellung auf absolute Helligkeit.
b) Einstellung auf relative Helligkeit.
VII. Versuche mit farbigen Papieren.
VIII. Kritik der Ergebnisse.
IX. Psychologische Wertung der Ergebnisse.

I. Problem.

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Intelligenzproblem des Tieres, speziell des Hundes. Der Streit um den Verstand des Tieres ist so alt wie die Tierpsychologie selbst. Trotz ihres Alters ist die Frage bisher zu einer endgültigen Lösung nicht geführt worden. Das verraten gegenwärtig die überaus großen Meinungsverschiedenheiten auf diesem Gebiete. Die Unklarheiten sind sowohl in dem Umfang und der außerordentlichen Kompliziertheit der Aufgabe, als auch in der bisherigen zum Teil unfruchtbaren Arbeitsweise begründet. Die Erkenntnis des nicht elementaren Charakters der Intelligenz hat in der experimentellen Pädagogik dazu geführt, die Einzeltests durch Testserien zu ersetzen. Nachdem die Tierpsychologen ihre wertvollsten Ziele weniger in der Breite als in der Tiefe suchen, dürfte für ihre Wissenschaft ein ähnlicher Zeit-

punkt gekommen sein. Auch in der Tierpsychologie wird die Weisheit der Beschränkung durch eine spezialisierende Arbeitsweise zur Geltung kommen.

Überzeugt davon, daß eine umfassende Lösung der Frage nicht in der Kraft eines einzelnen liegt, wollen meine Untersuchungen nur einen Beitrag liefern. Sie greifen aus dem Gebiet der Denkprozesse, den wesentlichen Äußerungen der Intelligenz, die Beziehungswahrnehmungen heraus. Die Beziehungswahrnehmungen sind keine schlichten Wahrnehmungen mehr. Sie benutzen vielmehr Wahrnehmungen oder deren Bestandteile als Gegenstände, deren Verhältnis zu einander aufgefaßt und bewußt wird. Ob Beziehungen bereits mit den Gegenständen gegeben sind und gleichsam in einer zweiten Sphäre wahrgenommen werden, oder ob sie lediglich von uns in die schlichten Wahrnehmungen hineingetragen werden[1], interessiert die Tierpsychologie nur mittelbar. Sie begnügt sich damit, die Möglichkeit und den Grad der Übereinstimmung bzw. die unterscheidenden Merkmale der Beziehungsakte bei Tier und Mensch darzutun.

Das Beziehungsbewußtsein umfaßt Akte des Vergleichens, Unterscheidens und Konstatierens, welche in dem Urteil über zeitliche, räumliche, qualitative, intensive, kausale, logische und andere Verhältnisse zum Ausdruck kommen. Die Gegenstände, auf welche sich die Urteile beziehen, können in der Wahrnehmung simultan (Töne eines Akkords verglichen nach der Tonhöhe) oder sukzessiv (Töne der Melodie miteinander verglichen), zweiseitig (wenn zwei Inhalte miteinander verglichen werden) oder einseitig gestützt (derselbe Ton wird verstärkt) gegeben sein. Ohne die Ergebnisse nach irgend einer dieser Richtungen hin verallgemeinern zu wollen, werde ich mich im folgenden mit der Frage beschäftigen: K a n n d e r H u n d H e l l i g k e i t e n m i t e i n a n d e r v e r g l e i c h e n, d i e s e i n e r W a h r n e h m u n g s i m u l t a n d a r g e b o t e n w e r d e n?

II. G e s c h i c h t l i c h e s.

Es ist eine allgemein anerkannte Tatsache, daß die natürlichen Erscheinungen seltener die Aufmerksamkeit der Forscher unmittelbar durch sich selbst, als vielmehr durch theoretische und praktische Fragen auf sich ziehen. So waren es um die Mitte des vorigen Jahrhunderts auch entwicklungsgeschichtliche und biologische Probleme, welche das Augenmerk eines Darwin und Wallace auf den Farbensinn der Tiere lenkten. Die Farbenpracht der Blumen, das schillernde Gewand der Schmetterlinge, das bunte Gefieder

[1] Vgl. Alfred Brunswig, Das Vergleichen und die Relationserkenntnis. Leipzig und Berlin, 1910, Teubner.

der Vögel sowie die verbreiteten Schreck- und Schutzfarben schienen ohne Annahme eines reichentwickelten Farbensinnes mancher Tiergattungen unerklärlich. Namentlich die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl wurde als positiver Beweis für die Farbenwahrnehmung herangezogen. Noch im Jahre 1880 gründete Grant Allen[1] seine Beweise über den tierischen Farbensinn ausschließlich auf Voraussetzungen der Darwinschen Theorie.

Demgegenüber bedeutet die erste experimentelle Arbeit von P. Bloth (1869) über das Verhalten der Wasserflöhe im Sonnenspektrum einen methodischen Fortschritt. Aber weder er, noch seine Nachfolger Lubbock[2], Graber[3] und Forel[4] unterschieden, ob Daphnia durch die gelbgrüne Qualität des Spektrums oder durch dessen spezifische Helligkeit angezogen wurde. Fehlerquellen dieser Art lernte man zwar in der Zukunft beachten und meiden und die feinen Beobachtungen und sorgfältigen Versuche von Radl, Bohn, Davenport, Cole u. a. gaben interessante Aufschlüsse über die Bedeutung der Lichtintensität und der Lichtflächen für die natürlichen Reaktionen; die zahlreichen Untersuchungen von Forel, Garner, Rouse, Kinnemann, Dahl u. a. brachten umfassendes Material zur Farbenbevorzugung der Tiere. Trotzdem war die psychologische Fragestellung zu bescheiden, als daß man von den Experimenten weitreichende Aufschlüsse über die Verhaltungsweisen der Tiere erlangen konnte. Sie waren eingestellt auf e r e r b t e G e w o h n h e i t e n, die sich in der abstoßenden oder anziehenden Tendenz von Helligkeiten oder Farben äußerten. Neben diesen gibt es aber neutrale Reize, über deren psychologische Wirkung die Versuche nichts aussagen können, weil sie biologisch bedeutungslos sind. Andererseits kann ein Tier wohl empfindlich für Farben und Lichtverhältnisse sein, wie die Pupille empfindlich für Intensitätsunterschiede, aber es besitzt keine Fähigkeit, diese zu unterscheiden oder wiederzuerkennen. Somit ist das entscheidende Problem nicht die Frage der Farben- oder Helligkeitsbevorzugung, sondern die wirkliche Fähigkeit der Tiere zur Wahrnehmung und Unterscheidung.

Zur Feststellung, ob in einem gegebenen Fall keine angeborenen Mechanismen, sondern Wiedererkennung und Unterscheidung vorliegen, bedürfen wir erworbener Reaktionen. Nun haben aller-

[1] Grant Allen, Der Farbensinn. Ein Beitrag zur vergleichenden Psychologie. Übersetzt von Krause. Leipzig, Günther, 1880.

[2] J. Lubbock, Ameisen, Bienen und Wespen. Leipzig, Brockhaus, 1883.

[3] V. Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinns der Tiere, 1884.

[4] A. Forel, Das Sinnesleben der Insekten, München 1910.

dings im allgemeinen die ererbten Reaktionen vor den erlernten die größere Bestimmtheit des Vorkommens und die höhere Präzision des Verlaufes voraus. Wenn sich deshalb erworbene Eindrücke mit ererbten Reaktionen derart verknüpfen lassen, daß letztere als Reagens für jene verwandt werden können, so wäre das aus methodischen Gründen sehr zu begrüßen. Tatsächlich ist dieser Weg von der Petersburger physiologischen Schule unter Führung von Pawlow[1] mit der Speichelreflexmethode beschritten worden.

Diese Methode geht von der Beobachtung aus, daß ein genügend starker Geschmacksreiz, etwa ein auf die Zunge gelegtes Stückchen Fleisch, Speichelsekretion erregt. Die Sekretion tritt auch schon beim bloßen Anblick des Fleisches ein; ja der Gedanke daran kann das Wasser im Munde zusammenlaufen lassen. Um eine derartige „psychische" Speichelsekretion beim Hunde hervorzurufen, genügt die Verknüpfung beliebiger sensorieller Reize mit dem Geschmacksreiz. Man läßt beispielsweise, während die Geschmacksnerven des Hundes durch verdünnte Salzsäure gereizt werden, eine Stimmgabel schwingen oder ein Metronom schlagen oder man kneift mit der Pinzette eine bestimmte Hautstelle des Tieres oder man zeigt ihm gleichzeitig eine Fläche, charakterisiert durch Helligkeit, Form oder Bewegung. Nach einigen 20 Versuchen dieser Art genügt alsdann in der Regel der Begleitreiz zur Auslösung der Sekretion. Die Menge des in einem gewissen Zeitraum abgesonderten Speichels gilt als Maß der Geschmackserregung. Besondere Vorrichtungen an der Schnauze des Tieres gestatten nach einem operativen Eingriff das Auffangen des Speichels. Es ist demnach wenigstens im Prinzip einfach, das Tier auf beliebige Reize einzuüben und seine Fähigkeit zur Wiedererkennung an dem Verhältnis der direkten oder unbedingten zur „psychischen" oder bedingten Absonderung zu messen.

Das Verfahren hat aber zwei wesentliche Mängel. Der erste besteht darin, daß der Hund auf einen einzigen, absoluten Reiz eingeübt wird. Im Prüfungsverfahren erscheint nun dieser oder ein anders gearteter Reiz. Je nach dem Übungsfortschritt erkennt das Tier nur den erlernten Reiz wieder oder es rufen auch ähnliche Reize verstärkte Speichelsekretion hervor. In jedem Falle haben wir eine normale oder gehemmte Wiedererkennung vor uns, die nicht

[1] J. P. Pawlow, Naturwissenschaft und Gehirn. — Ein neues Laboratorium zur Erforschung der bedingten Reflexe. Ergebnisse der Physiologie. 10. S. 345—346 u. S. 357—371, 1911. — Referat über die Untersuchungen der Pawlowschen Schule in G. Bohn, Die neue Tierpsychologie. S. 129—158. Leipzig 1912 u. Yerkes u. Margulis, The method of Pawlow in animal psychologie Psych. Bulletin 6, S. 257—273. 1909.

wie Unterscheidung auf den Unterschied, sondern auf den Reiz an sich eingestellt ist. Daß aber die höheren Wirbeltiere die Fähigkeit der Wiedererkennung besitzen, hat vor Anwendung der Pawlowschen Methode wohl kaum jemand bezweifelt, wenn auch gerade in bezug auf das Farbengedächtnis die bisherigen Versuche stets negativ ausgefallen sind. Der zweite Mangel ist bei aller Einfachheit der Reaktion in der Kompliziertheit des bedingten Reflexes begründet. Wiederholt man nach Einstellung des Erlernungsverfahrens den auslösenden Reiz öfter nacheinander, so fallen die Sekretionen immer schwächer aus, bis sie schließlich ganz erlöschen. Hemmend wirken auch starke, ablenkende Reize, Ermüdung, Vergessen usw., während Pausen und schwache Nebenreize wiederum den Reflex begünstigen. Weil die zurzeit bahnenden oder hemmenden Einflüsse nicht konstant sind, haben Mittel aus großen Zahlen wenig Sinn. Infolgedessen bleiben die Versuchsergebnisse trotz der objektiven Exaktheit der Methode nur von geringem Gewicht.

Den zuletzt hervorgehobenen Mangel beseitigen die Versuchskastenmethoden. Sie veranlassen Wahlreaktionen des Versuchstieres, indem es einen Futterkasten aufsucht, welcher sich nur durch eine zu unterscheidende Eigentümlichkeit von anderen gleichzeitig ausgestellten Versuchskästen unterscheidet. Wo es auf Farben- oder Helligkeitsvergleichung ankommt, arbeitet man entweder mit reflektiertem oder durchscheinendem Licht. Versuche der ersten Art sind die von Colvin und Burford[1] mit drei Hunden, einer Katze und einem Eichhörnchen. Die Tiere wurden angelernt, einen mit Normalrot angestrichenen Behälter zu öffnen, um zu ihrer Nahrung zu gelangen. Nachher wurden Behälter genau gleicher Art und gleicher Helligkeit[2], nur von anderer Farbe, eingeführt. Sie enthielten auch dieselbe Nahrungsmenge; doch konnten sie von den Tieren nicht geöffnet werden. Obwohl der normalrote Behälter und der verschlossene andersgefärbte nebeneinandergestellt und ihre Lage öfters gewechselt wurden, lernten die Tiere allmählich den verschlossenen Kasten meiden und den andern aufsuchen. Bei diesen Versuchen wurden die Normalbehälter nacheinander mit Behältern von grauer, grüner, blauer, gelber, oranger, violetter, rot-oranger, rot-rot-oranger und einer roten Farbe, die für das menschliche Auge von dem Normalrot an Ton deutlich verschieden war, zusammengestellt. Schließlich wurde das Tier aus einer ziemlichen Entfernung auf alle im Halbkreise aufgestellten Behälter losgelassen. Es ergab sich mit Sicherheit,

[1] Stephen S. Colvin and C. C. Burford, The color perception of three dogs, a cat and a squirrel. Psychological Review. Psych. Monographs 11 (1). S. 1—48. 1909.

[2] Für das menschliche Auge.

daß Hund, Katze und Eichhörnchen (im Mittel mit 86,7 Trefferprozenten) auf eine bestimmte Farbe reagieren lernen, daß die richtige Reaktion durch die Wahl sehr ähnlicher Farben und die Komplikation durch mehrere Kästen erschwert wird. Aber weder Farbenunterscheidung noch Farbenwiedererkennung kann daraus gefolgert werden und wenn die Komplikation der Versuche noch weiter geführt worden wäre. Nur wenn auch der Normalreiz von Versuch zu Versuch variiert wird, läßt sich die Entwicklung eines absoluten, sensoriellen Gedächtnisses hintanhalten. Das ist hier nicht geschehen. Deshalb müssen wir, dem Grundsatz der einfachen Erklärung folgend, die positiven Reaktionen der Versuchstiere im wesentlichen als Gedächtnisakte auffassen, wobei sich das Gedächtnis ebensogut auf die spezifische Helligkeit des Normalkastens stützen kann. Denn die Tatsache, daß zwei Behälter verschiedener Farbe für das menschliche Auge von gleicher Helligkeit sind, ist noch kein Beweis dafür, daß auch beim Tiere die Helligkeitsgleichung besteht. Nach den Versuchen von Langfeld[1] über zweierlei Gesichtspunkte bei heterochromer Helligkeitsvergleichung und den Experimenten von Katz über die Helligkeitsskala des Taglichts und der Dämmerung ist anzunehmen, daß der Helligkeitswert einer Farbe wesentlich durch die Struktur der Netzhaut mit bedingt wird. In bezug auf Verteilung der Stäbchen und Zäpfchen sind Menschen- und Tierauge sicherlich verschieden. Infolgedessen ist es wahrscheinlich, daß ein Tier an Farben, die für das menschliche Auge gleiche Helligkeit besitzen, Helligkeitsunterschiede wahrnimmt und umgekehrt Farben als gleich hell beurteilt, die uns verschieden hell vorkommen. Diese Kritik gilt auch den Versuchen von Washburn und Bentley.

Einwandfreier, wenn auch in der Versuchsanordnung noch nicht vollkommen, sind die Arbeiten von Watson[2] und Yerkes[3]. Beide benutzten transparente Farben bzw. Helligkeiten. Watson prüfte den Farbensinn der Affen mit einem Spektrometer, mittels dessen auf einem Schirm in der Dunkelkammer zwei verschiedene Farbenbänder erschienen, wovon das eine mit der konstanten Normalfarbe einem Kästchen mit Weintrauben beigeordnet war, während das Kästchen mit der variablen Vergleichsfarbe kein Futter aufwies. Er versuchte die Fragen zu beantworten: Hat der Affe die Fähigkeit des Unterscheidens zwischen einer gegebenen Farbe und einer andern von gleicher Helligkeit, wenn die relative Helligkeit beider und die absolute Helligkeit einer jeden nach

[1] H. S. Langfeld, Über heterochrome Helligkeitsvergleichung. Zeitschrift f. Psych. 53, 113—178.

[2] J. B. Watson, Some experiments bearing upon color vision in monkeys. Journ. of compar. neurology and psychol. 19. S. 1—28. 1909.

[3] R. M. Yerkes, The dancing mouse. New York 1907.

Belieben verändert wird? Wie nahe übereinstimmend in der Wellenlänge dürfen zwei Farben sein, um noch unterschieden zu werden? Wie nahe übereinstimmend in der Helligkeit dürfen zwei Farbenbänder gleicher Wellenlänge sein, um noch unterschieden zu werden? Ist das Spektrum eines gegebenen Tieres weiter oder enger als das des Menschen? Hier ist die Analyse in farbige und farblose Empfindungen experimentell einwandfrei durchgeführt. Die geprüften Affen zeigten ein schwaches Farbengedächtnis. Von einer Farbenunterscheidung würden wir aber auch hier erst reden können, wenn die Versuchsanordnung so getroffen wäre, daß dieselbe Farbe einmal anziehend, das andremal abstoßend auf das Tier wirken müßte. Dies ist offenbar nicht der Fall.

In höherem Maße wird Yerkes der Forderung mit den Versuchen an Tanzmäusen gerecht. Die Tanzmäuse hielten sich in einem Kasten auf, von wo aus sie die beiden offenen Eingänge zweier Futterräume übersehen konnten. Beleuchtete Fenster bildeten die Rückwände jener Räume. Hinter den Fenstern waren verschiebbare elektrische Lampen angebracht, womit man die Helligkeit der Fenster beliebig abstufen konnte. In Einübungsversuchen wurden die Mäuse darauf dressiert, den Futterraum mit dem hellerleuchteten (oder schwach beleuchteten) Fenster aufzusuchen. Wählten sie aus Versehen die falsche Tür, so wurden sie durch einen elektrischen Schlag zurückgeschreckt. Um zu verhindern, daß sich die Tiere die Lage des Futterraums merkten anstatt auf die beleuchteten Rückwände zu achten, wurde in unregelmäßigem Wechsel einmal die rechte (r), ein andermal die linke (l) Nummer stärker erhellt. Hier ein Beispiel des Raumlagewechsels: l, l, r, r, l, l, r, r, l, r, l, r, l, l, r, r, l, l, r, r, l, l, l, r, r, r, l, r, l, r, r, r, l, l, l, r, r, r, l, l, r, l, r, l, r, l, r, l, r, l. Daneben kamen auch Serien[1] vor, bei welchen die Versuchstiere bis 6mal nacheinander denselben Futterraum aufsuchen mußten. Noch sparsamer war die Variation der Helligkeitsreize: mindestens 10mal, zuweilen 20mal wurden dieselben Reize nacheinander dargeboten. Nach ca. 100 Versuchen mied die Maus den dunkleren Versuchsraum mit einiger Sicherheit. Es gelang Yerkes zu zeigen, daß die Tanzmäuse zwar auf Helligkeiten, nicht aber auf Farben reagieren (Zäpfchenmangel), daß für ihr Lernen das Gesetz der verteilten Wiederholung zutrifft, daß sie die angenommenen Gewohnheiten eine Zeitlang behalten, nach vier Wochen aber meist vergessen haben, daß das Wiedererlernen schneller als das Neulernen vonstatten geht, daß eine gegebene Helligkeit ungefähr um $^1/_{10}$ ihres Wertes verstärkt werden muß, damit sie die Veränderung bemerken (Webersches Gesetz,

[1] Yerkes. The dancing mouse. S. 111. Tabl. 12.

beim Menschen $^1/_{100}$—$^1/_{50}$). Diese nebst zahlreichen andern Ergebnissen sind von einem außerordentlichen psychologischen Interesse. Ihr Wert würde aber durch die Beseitigung einiger methodischer Schönheitsfehler noch gewinnen.

In erster Linie bedarf der Raumlagewechsel einer strengeren Ordnung. Die Labyrinthversuche beweisen zur Genüge, in wie hohem Grade die Tiere ihr Ortsgedächtnis ausnutzen können. Yerkes hätte, um die Helligkeitsunterscheidung sicherzustellen, entweder den Raumlagewechsel verstärken oder den Nachweis führen müssen, daß es im Durchschnitt für die Resultate unwesentlich ist, ob der Raumlagewechsel nach 1, 2 usw. oder 6 Versuchen erfolgt. Er hat den Nachweis nicht erbracht. Derselbe Einwand trifft den Wechsel der Normal- und Vergleichsreize.

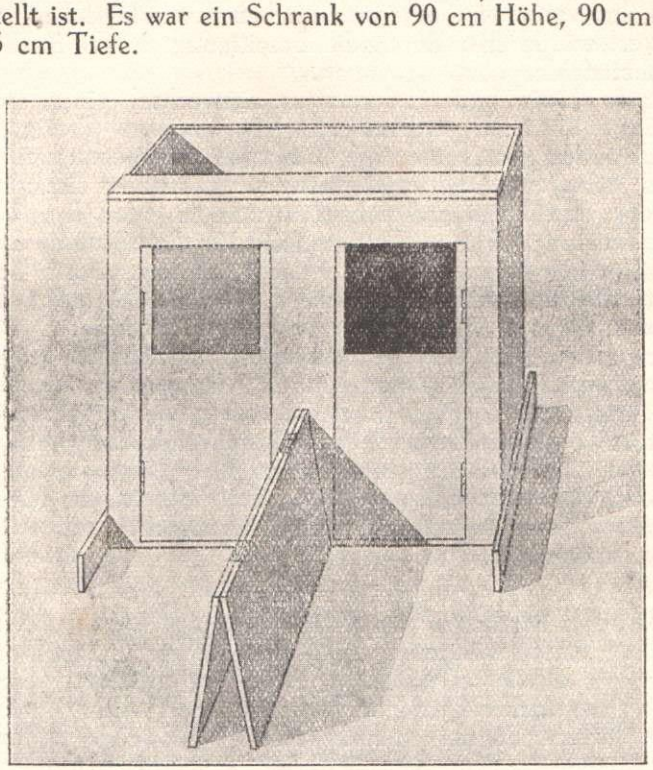
Endlich hätten sich die Beobachtungen in höherem Grade auswerten lassen. Yerkes gibt an, wie die Mäuse manchmal direkt auf das richtige Ziel losgehen, manchmal auch die verkehrte Öffnung aufsuchen, ohne die Schwelle zu überschreiten, oder hin und her probieren. Er hätte die überflüssigen Bewegungen festhalten und in Rechnung ziehen müssen. Ohne Zweifel wäre die Mehrarbeit, wie unsere Versuche zeigen werden, der psychologischen Analyse zugute gekommen.

III. Methode.

Von den drei Methoden zur Erforschung des Licht- und Farbensinnes bei Tieren wählte ich die bequemste aus; nämlich diejenige, welche mit direkt reflektiertem Tageslicht arbeitet. Sie erwies sich in mehrfacher Hinsicht als vorteilhaft. Das Versuchstier, ein 2¼jähriger, englischer kurzhaariger, weiblicher Hühnerhund, brauchte nicht an neue Räumlichkeiten gewöhnt zu werden. Seine Hütte stand in einem langen, überdachten, nach Norden hin offnen Schuppen. Hier wurden auch die Versuche ausgeführt. Die Umgebung war allerdings für meine Zwecke keineswegs ideal. Sie litt an einer verwirrenden Fülle von Baumaterialien, Brettern, Zementklötzen u. dgl., die dem Hund allerlei zuweilen ablenkende Schnüffelecken boten. Außerdem waren dann und wann, wenn Material herangeschafft oder abgeholt werden mußte, Störungen nicht zu vermeiden. Jedoch wurde von allen in dem Schuppen und auf dem Hofe arbeitenden Personen auf meine Versuche stets die größte Rücksicht genommen. Es ist nie vorgekommen, daß irgend jemand hemmend oder fördernd in die Versuche eingegriffen hätte[1]. Meist waren die Versuchsteilnehmer allein.

[1] Ich spreche Herrn Maurermeister Walkenhorst in Bielefeld für die Überlassung des Hundes und Platzes zu meinen Versuchen, sowie für die stets bewährte Rücksichtnahme auch an dieser Stelle meinen besonderen Dank aus.

Als Gerät diente ein einfacher Versuchskasten, wie er in der Figur dargestellt ist. Es war ein Schrank von 90 cm Höhe, 90 cm Breite und 45 cm Tiefe.



Vorne hatte er zwei Eingangstüren für den Hund, jede 80 cm hoch und 30 cm breit. Sie waren mit Wechselscharnieren nach außen hin befestigt, so daß sie sich bequem in jeder Richtung öffnen ließen, ohne durch ihre Spalten Einblick in das Innere zu gewähren. Außerdem war der Schrank von oben und von hinten zugänglich. Die obere Öffnung gestattete das Einlegen der Nahrung, wohlfeiler Rinderwurst, wovon der Hund scheibchenweise täglich 3 Stück verzehrte. Im ganzen mußten während der Versuche, welche am 28. 5. 1910 begannen und am 10. 8. 1910 beendet wurden, ca. 200 Würste geopfert werden. Die Hinterwand des Kastens war eine aufklappbare Drahttür, die eine Reinigung des Kastens ermöglichte. Sie blieb in den Versuchsstunden verschlossen. Das Innere des Schrankes war ein einfacher Raum. Auf dem Boden des Schrankes lagen in passender Vertiefung unter einer Glasscheibe zwei Papptafeln (je 25 : 25 cm) dicht nebeneinander, wovon die

eine mit dem hellsten zur Verfügung stehenden weißen Papier, die andre mit dem dunkelsten Tuch schwarz beklebt war. Die Nahrung wurde bei den Vorversuchen auf die helle Seite, möglichst nahe der Mitte, später auf die Mitte gelegt. Von Zeit zu Zeit wurden beide Scheiben der Lage nach vertauscht.

Von gleicher Abmessung waren die Helligkeitstafeln, die, wie die Abbildung zeigt, von oben so an die Türen gesteckt werden konnten, daß sie mit der Türfläche in einer Ebene lagen. Unten und seitlich wurden sie von übergreifenden Blechstreifen gehalten, die, wie das Holz des Kastens angestrichen, sich weiter nicht als solche abhoben. Während der Vorversuche blieben die Platten durch vorgesetzte Glasscheiben (Fensterglas) gegen Beschädigungen geschützt. Bei den späteren Hauptversuchen fehlten die Glasscheiben, um Lichtabsorption und einseitige Reflexion zu vermeiden. Die kleine Änderung konnte ohne Schaden für die Tafeln vorgenommen werden, weil sie der Hund beim Öffnen der Tür doch nicht berührte. Sowohl bei den Vor- als bei den Hauptversuchen ließen sich die Platten bequem auswechseln.

Der Abstand zwischen beiden Türen betrug 15 cm. Anfänglich veranlaßte den Hund dieser geringe Abstand, wie auch wohl die Unauffälligkeit der Türspalten, bei seinen Versuchen tastend hin und herzufahren, bis sich durch Zufall die richtige Tür öffnete. Deswegen wurde ein Eisengitter vorgesetzt von 2 m Länge und 1 m Höhe. Später traten, wie es die Figur zeigt, 2 durch Scharniere miteinander verbundene Bretter von 2 m Länge und 50 cm Breite an die Stelle. Sie waren genau in der Mitte und senkrecht zum Kasten dachziegelig aufgestellt. So war dem Versuchstier weder der freie Blick auf die Papiere, noch der Eintritt in den Kasten erschwert. Nebenbei diente dieser Vorbau als unlusterregendes Moment bei Fehlbewegungen; es mahnt zur Vorsicht und ist beim Hunde — der seine Reaktionen unter Umständen vollständig zu hemmen geneigt ist, dem Zuruf, der Züchtigung und dem elektrischen Schock bei weitem vorzuziehen. Außerdem hat die Einrichtung den Vorteil der unbedingten Konstanz und veranlaßt den Hund zu Fehlbewegungen, die nachher einen tieferen Einblick in seinen Willensvorgang gestatten.

Beide Türen ließen sich nach Belieben von innen durch einen vorgesteckten Holzriegel verschließen. In der Mitte des Riegels befand sich eine mechanische Klingel. Ein Druck von außen gegen die Tür schob den Stift der Klingel zurück und setzte das Läutewerk so lange in Bewegung, bis der Druck wieder nachließ. Von Zeit zu Zeit mußte die Klingel aufgedreht und ihre Feder gespannt werden. Um für alle Fälle den Riegel von außen unsichtbar zu machen, war er hinter dem Türspalt durch einen mit dem Tür-

rücken verklebten Papierstreifen verdeckt. Der Riegel konnte leicht herausgehoben und an die andre Tür gesteckt werden. Papierstreifen waren natürlich immer an beiden Türen.

Zur Untersuchung der Helligkeitsvergleichung wurde die von Zimmermann[1] in den Handel gebrachte Helligkeitsskala (35 Nummern) verwandt. Die Papiere 25 : 25 cm waren auf Pappe aufgeklebt und auf deren Rückseite numeriert. Das hellste Weiß wurde mit 1, das dunkelste Schwarz mit 35 bezeichnet. In der Reihenfolge ihrer Helligkeit wurden die Tafeln in einem Kasten getrennt und stehend aufbewahrt. Sie hatten deswegen durch Benutzung nur wenig zu leiden und brauchten während der Versuche nur einmal erneuert zu werden. Ihre Handhabung war bequem. Andrerseits war ein doppelter Mangel nicht zu verkennen. Die Serie repräsentiert in Wirklichkeit nicht das, was sie sein soll, eine r e i n e Helligkeitsskala. Die beigemischten Farbentöne sind nicht nur Produkte der jeweiligen Beleuchtung, sondern sind auch bei aufeinanderfolgenden Nummern unter denselben Bedingungen verschieden. Schwerer ins Gewicht fallen die ungleichen Helligkeitskarten. Schon die oberflächliche Beobachtung läßt erkennen, daß einige Stufen leicht, andre, z. B. Nr. 26 und 27, recht schwer zu unterscheiden sind. Zur Zeit der Versuche waren die Helligkeitswerte noch nicht festgestellt.

Der ganze Schrank war mit hellem Fußbodenlack[2] angestrichen und so orientiert, daß das von Norden einfallende diffuse Tageslicht senkrecht die angesteckten Papiere traf. Seitliches Licht und seitliche Störungen wurden während der Hauptversuche durch beiderseits in gleichen Abständen aufgebaute Sacktuchwände ausgeschaltet. Die Versuche fanden an allen Wochentagen in den Nachmittagsstunden zwischen 4 und 7 Uhr statt. Die Beleuchtungsbedingungen waren genügend konstant.

Von den beiden Zugangstüren für den Hund blieb während des Versuchs stets eine verschlossen und zwar diejenige, welche durch die dunklere der beiden Helligkeits- (bzw. Farben)-tafeln gekennzeichnet war. Der Hund hatte die A u f g a b e, d i e T ü r m i t d e m h e l l e r e n P a p i e r z u ö f f n e n, u m z u r N a h r u n g z u g e l a n g e n. Das Verfahren war (von den Einübungsversuchen abgesehen) folgendes:

Während der Vorbereitung zu einem Versuche hielt ein Helfer, 1 m von dem vorgesetzten Brett entfernt, den Hund fest. Daran hatte sich das Tier allmählich so gewöhnt, daß es meist freiwillig

[1] E. Zimmermann, Leipzig. Psychologische u. physiologische Apparate. Illustr. Liste N. 25, Helligkeitsskala, bestehend aus 35 Blatt Mattpapier vom zartesten Weiß bis zum tiefsten Schwarz.

[2] Bernstein-Fußbodenlackfarbe Nr. 1.

auf seinen Platz zurückkehrte, um das Ende der Vorbereitungen abzuwarten. Ein zweiter Helfer besorgte das richtige Auslegen der Wurst. Ich selbst steckte die Tafeln an, legte, wenn nötig, den Riegel um, stellte die Türen ein, kontrollierte noch einmal die Anordnung, wobei besonders darauf geachtet wurde, ob die dunkelgekennzeichnete Tür verschlossen war, und zog mich, um von dem Hunde selbst nicht beobachtet zu werden, entweder hinter den Kasten oder weiter nach vorne zurück. Nach dem Kommando: „Achtung — jetzt!" wurde der Hund sich selbst überlassen. Nunmehr war meine Aufmerksamkeit nicht mehr auf die Türen, sondern nur noch auf die Bewegungen des Hundes gerichtet, die gleichzeitig und einzeln stenographisch fixiert wurden, ein Verfahren, das ich schon bei früheren Versuchen schätzen gelernt habe[1]. Meist war gleichzeitig ein dritter Helfer im Hintergrunde damit beschäftigt, die für den folgenden Versuch bestimmten Tafeln bereitzulegen. Der weitgehenden Arbeitsteilung war die verhältnismäßig schnelle Erledigung der täglichen Versuchsreihen zu verdanken. Meist wurden an einem Tage 3 Versuchsreihen zu je 34 Versuchen in 1½ bis 2 Stunden erledigt. Ein Versuch nahm mithin durchschnittlich die Zeit einer Minute in Anspruch.
Der Anschaulichkeit halber teile ich auf Seite 100 (siehe Tabelle) die stenographischen Aufzeichnungen einer Versuchsreihe mit.
Einige Ausdrücke des Protokolls, die auch späterhin verwandt werden, bedürfen einer Erläuterung. „K l i n g e l" bedeutet den Versuch des Hundes, die falsche — also durch das dunklere Papier ausgezeichnete — Tür zu öffnen, wobei er mit der Nase so kräftig anstößt oder zuweilen mit dem Fuß so nachdrücklich kratzt, daß ein Klingelzeichen ertönt, für den Hund zugleich ein Zeichen, von weiteren Bemühungen an der Stelle abzulassen. „A n s t o ß" heißt ein Versuch, die verkehrte Tür zu öffnen, bei welchem jedoch wegen zu schwachen Druckes ein Klingelzeichen nicht erfolgt. Im Stenogramm ist davon unterschieden das „B e r ü h r e n", wobei der Versuch die Tür zu öffnen, nur eben wahrzunehmen war. Um Willkürlichkeiten aus dem Wege zu gehen, wurde in den Verrechnungen und Tabellen ein Unterschied zwischen Anstoß und Berührung nicht gemacht. „O h n e a n z u s t o ß e n" wurde notiert, wenn der Hund bis in die unmittelbare Nähe der Tür lief, ohne sie zu berühren, „Kehrt", wenn er nach einer Seite von seinem Standpunkt aus gerechnet ungefähr und schätzungsweise die Hälfte des Weges bis zur Tür zurücklegte. Die „R u c k"-Bewegung führte der Hund meist dicht am Scheideweg, also am Anfang des vorgebauten Brettes, aus. Hier blieb er stehen und fuhr

[1] Vgl. A. Franken, Instinkt und Intelligenz des Hundes. Zeitschr. f. angew. Psychol. Bd. 4. 1911.

Versuchsanordnung. Nr.	Helligkeit links	Helligkeit rechts	9. 7. 10. Beginn 5^{30} h. Trübes Wetter. 3. Reihe. Verhalten des Hundes:[1]
1	25	33	r Kehrt, l Kehrt, r Klingel, l
2	23	34	r Klingel, l
3	22	1	l Ruck, r
4	27	28	r Kehrt, l Kehrt, r Berühren, l
5	13	30	r Kehrt, l
6	29	3	l Ruck, r
7	35	31	l Ruck, r Kehrt, l ohne anzustoßen, r
8	25	11	l sofort Kehrt, r
9	30	31	l sofort Kehrt, r Berühren, l
10	25	6	l Ruck, r
11	20	23	l Kehrt, r Klingel, l
12	24	11	l Ruck, r
13	23	29	l Kehrt, r Klingel, l
14	12	2	l Ruck, r
15	1	9	l
16	22	34	l
17	15	13	l Klingel, r
18	10	26	l
19	35	30	r ohne anzustoßen, l Berühren, r
20	2	17	l
21	18	8	l ohne anzustoßen, r
22	7	29	l
23	19	10	l ohne anzustoßen, r
24	29	2	l sofort Kehrt, r
25	25	29	r ohne anzustoßen, l
26	1	31	l
27	28	21	r Ruck, l Ruck, r
28	23	3	r
29	11	13	r Kehrt, l
30	31	8	l sofort Kehrt, r
31	28	34	l Kehrt, r Berühren, l
32	24	6	l sofort Kehrt, r
33	26	31	l Berühren, r Klingel, l. Er entfernt sich, um zu trinken.
34	16	3	l Berühren, r

[1] Abkürzungen: r = rechts, l = links.

ruckartig mit dem Kopfe zur Seite, gleichzeitig die Tür fixierend. Es machte den Anschein, als ob er sich im nächsten Augenblick hätte in dieser Richtung bewegen wollen. Der Antrieb wurde jedoch gehemmt.

Aus diesen und außer diesen Angaben kann noch bestimmt werden, wie oft der Hund während eines Versuches und einer Versuchsreihe die Art seiner Bewegung gewechselt hat. So ist z. B. beim ersten Versuch obiger Reihe ein dreimaliger, beim zweiten und dritten Versuch ein einmaliger Wechsel zu verzeichnen, während er beim 15. und 16. Versuch die Richtung seiner Bewegung über-

haupt nicht wechselte. Mit letzteren werden jene Versuche als Treffer oder richtige Reaktionen des Tieres zusammengefaßt, bei welchen zwar fehlerhafte Bewegungen (Ruck, Kehrt, Ohne Anstoß) vorkamen, aber kein, wenn auch noch so unauffälliger Versuch, die verkehrte Tür zu öffnen, gemacht wurde. Alle übrigen Fälle (Berührung, Anstoß, Klingel) gelten als Fehlreaktionen, ohne Rücksicht darauf, ob während eines Versuches diese Fehler wiederholt wurden, was allerdings sehr selten vorkam.

IV. Versuchsanordnung.

Die Versuche bezweckten nicht das Studium instinktiver, d. i. solcher Bewegungen, die durch das Nervensystem vermittelt, bei allen normalen Individuen gleicher Rasse, gleichen Alters und Geschlechts unter ähnlichen äußern und körperlichen Umständen gebräuchlich sind auch dann, wenn andre Bewegungen ebenso leicht möglich und ebenso zweckmäßig sind[1]. Deshalb stellten sie in einigen Vorversuchen fest, daß sich der Hund anfänglich von den angesteckten Helligkeitstafeln weder im positiven noch negativen Sinne beeinflussen ließ. Die Versuche bezweckten ferner nicht die Gedächtnisprüfung des Hundes. Deshalb wurde nicht ausschließlich mit zwei verschiedenen Helligkeiten operiert, da in diesem Falle der Hund die hellere bzw. dunklere Farbe dem Gedächtnisse einprägen und einfach wiedererkennen konnte. Alsdann wäre möglicherweise stets eine richtige Reaktion erfolgt, ohne daß ein Vergleichsakt stattgefunden hätte, lediglich auf Grund einer unterstützten Reproduktion. Die ursprüngliche Absicht war deshalb, Wiederholungen innerhalb einer Versuchsreihe und einer Versuchsperiode überhaupt zu vermeiden. Alle möglichen Zusammenstellungen der Tafeln sollten in geordnetem Wechsel dem Hunde vorgeführt werden, bis er nach zahlreichen Versuchen von selbst auf den Gedanken käme, daß die Tür mit der helleren Scheibe seine Eingangstür sei.

Vorversuche an Menschen bewiesen die Unwahrscheinlichkeit des Erfolges. Drei Knaben im Alter von 7—11 Jahren wurden nach einem analogen Verfahren geprüft. Es wurde die für den Hund vorgesehene Versuchsanordnung benutzt. Nur auf die Ergebnisse will ich näher eingehen. Keiner von ihnen hatte nach 68 Versuchen gemerkt, daß die erreichbaren Bonbons immer mit der helleren Scheibe verknüpft waren; einer wußte sogar nach 204 Versuchen nicht Bescheid. Auch ein Erwachsener kam nicht auf den Gedanken, weil er andre Absichten vermutete. Gänzliches Fehlschlagen der Anordnung war demnach vorauszusehen, wenn sie

[1] Vgl. A. Franken, Möglichkeit und Grundlagen einer allgemeinen Psychologie im besonderen der Tierpsychologie. S. 73. Langensalza 1910.

von vornherein, ohne gedächtnismäßige Einprägung und Einstellung auf einen absoluten Helligkeitsgegensatz — in der Weise der meisten bisherigen Versuche dieser Art — verwandt worden wäre. Ich sah mich also gleich anfangs zu zwei Versuchsserien genötigt, zu einübenden Vorversuchen und zu Hauptversuchen.

Für die Einübungsversuche wurden die größten Helligkeitsunterschiede, die zur Verfügung standen, Platte Nr. 1 und Nr. 35, ausgewählt. Die Versuche hiermit wurden so lange fortgesetzt, bis die sichere Erkennung von Tafel Nr. 1 außer Zweifel war. Jetzt erst konnte zu den Hauptversuchen mit fortwährender Permutation der angesteckten Papiere fortgeschritten werden. Der hiermit verbundene Bedingungswechsel konnte sich in doppelter Hinsicht als nachteilig erweisen. Werden nämlich von Tag zu Tag und von Versuch zu Versuch die äußern Bedingungen konstant gelassen, so lassen sich die Tages- wie auch die einzelnen Versuchsergebnisse miteinander vergleichen. Es läßt sich alsdann feststellen, ob und in welchem Grade Übung, Gewöhnung und Ermüdung die Reaktion des Hundes innerhalb der ganzen Versuchsperiode und innerhalb einer Versuchsstunde oder an einem Versuchsnachmittag modifizieren. Wechseln aber die Helligkeiten in ungeordneter Weise, so ist nicht zu bestimmen, ob der Hund an einem folgenden Tag besser reagierte, weil er etwas gelernt hatte oder weil im allgemeinen die Aufgaben leichtere waren. Ferner kann nichts darüber ausgesagt werden, warum innerhalb einer Versuchsstunde sein Benehmen sich in dieser oder jener Weise änderte, weil auch hier Ermüdung bzw. Übung und die wechselnde Schwierigkeit der Aufgabe ein sicheres Urteil ausschließt. Demnach mußte dafür Sorge getragen werden, daß im ganzen alle Versuchsreihen, um sie vergleichbar zu machen, untereinander die gleiche Schwierigkeit boten, und daß ferner die Summe der Helligkeitsdifferenzen für sämtliche Versuche gleicher Ordnungszahl der Versuchsreihen einer Serie dieselbe wie bei Versuchen einer andern Ordnungszahl ist.

In Ermangelung einer genauen Kenntnis der Helligkeitswerte wurden für aufeinanderfolgende Nummern gleiche Helligkeitsdifferenzen angenommen und mit 1 bewertet. Zwischen den Nummern 2 und 1, 3 und 2, 4 und 3 usw. wurde ein Helligkeitsunterschied gleich 1, zwischen 3 und 1, 4 und 2 usw. ein Helligkeitsunterschied gleich 2, zwischen 35 und 1 der Helligkeitsunterschied gleich 34 vorausgesetzt. Der Experimentator war sich dessen wohl bewußt, daß die Annahme der Wirklichkeit nicht entsprach, aber um einigermaßen konstante Bedingungen zu erhalten, mußte von diesem Gedanken ausgegangen werden. Eine zweite, ebenso anfechtbare Annahme wurde aus demselben Grunde gemacht; nämlich die

Annahme der umgekehrten einfachen Proportionalität zwischen Schwierigkeit der Unterscheidung und Helligkeitsdifferenz. Im allgemeinen ist die leichtere Vergleichung starker Helligkeitsdifferenzen nicht zu bezweifeln. Zwischen Unterscheidbarkeit und Helligkeitsdifferenz besteht aber kein einfaches proportionales Verhältnis, in unserem Falle umso weniger, weil die objektiven Differenzen unbekannt waren und nicht in Rechnung gezogen werden konnten. Bei der verhältnismäßig großen zu einer Serie gehörenden Zahl von Versuchen — 35 verschiedene Helligkeitstafeln gestatten $34 \times 35 = 1190$ Kombinationen — ließ sich ein Ausgleich der Fehler erwarten. Außerdem fallen die unvermeidlichen Mängel der Bedingungen bei tierpsychologischen Versuchen umso weniger ins Gewicht, weil die schwankenden Dispositionen des Tieres selbst eine viel einschneidendere Fehlerquelle bieten. Beide Tatsachen gebieten von vornherein Durchschnittswerte aus großen Zahlen. Das mag genügen, um die Anordnung der Hauptversuche verständlich zu machen und zu rechtfertigen[1]. Jede Versuchsreihe umfaßt 34 Versuche; die vollständige Serie mit 35 Versuchsreihen deren 1190. Wiederholungen kommen nicht vor. Die Gesamtsumme der Helligkeitsdifferenzen für jede Versuchsreihe beträgt 408, die Quersumme der Helligkeitsdifferenzen, d. i. die Summe der Helligkeitsunterschiede für jede beliebige Ordnungszahl oder Versuchsnummer 420. Um einen Anhaltspunkt für das Verhalten des Hundes während eines Versuchstages zu gewinnen, mußten die Ergebnisse der Versuche gleicher Ordnungszahl zusammengezählt und die Nummer miteinander verglichen werden, während das Gesamtergebnis der Reihen miteinander verglichen den Übungsprozeß kontrolliert.

Die Versuche mit farbigen Papieren gestalteten sich wesentlich einfacher. Unter der Voraussetzung, daß der geprüfte Hund nicht farbenblind war, sollten sie zum Nachweis seiner Abstraktionsfähigkeit dienen. Es wurde deswegen kein Wert auf die Konstanz der Bedingungen gelegt. Sie wurden vielmehr der Helligkeit nach geordnet und bei den Versuchen paarweise zusammengestellt; Nr. 1 mit allen andern Nummern, Nummer 2 mit den übrigen usf. Sie reihten sich zeitlich den Hauptversuchen an.

Von einigen Ausnahmen abgesehen geben die meisten tierpsychologischen Arbeiten keine genügende Auskunft über den Raumlagewechsel und die dabei ins Auge gefaßten Gesichtspunkte. Daß überhaupt ein Wechsel in der Raumlage stattfindet, ist nicht genügend. Findet er in einem zu langsamen Tempo statt, so ist dem

[1] Die vollständige Übersicht ist aus Platzmangel der Bücherei des Bielefelder Naturwissenschaftl. Vereins im Städtischen Museum als Beilage I überwiesen.

Einfluß des Ortsgedächtnisses ein bedeutender Spielraum geboten. Würde die Scheibe beispielsweise 5mal oder noch öfter abwechselnd an derselben Stelle gezeigt und der Hund hätte sich durchschnittlich nach je 2 Versuchen die Lage der offenen Tür gemerkt, so wäre auf mindestens 60 Prozent Treffer zu rechnen, ohne daß Farbenvergleichung vorgekommen wäre. Um dem Zufallstreffer 50 Prozent bei Ausschaltung der Vergleichung möglichst nahe zu kommen, wurde folgendes bestimmt: Mehr als dreimal nacheinander durfte die Tür nicht an derselben Seite offen sein. In unregelmäßiger Weise wurde zwischen ein-, zwei- und dreimaligem Zeigen der helleren Tafel an gleicher Seite so gewechselt, daß der Hund in einer Versuchsreihe ebenso oft nach links als nach rechts laufen mußte, also 17mal nach links und 17mal nach rechts. Neigung zu einer rhythmischen Verhaltungsweise oder zur dauernden Bevorzugung einer Seite konnte deswegen nicht aufkommen. Soweit es die zur Verfügung stehenden Skalen zulassen, ist somit eine Anordnung getroffen, die Fraktionen der Versuchsergebnisse nach verschiedenen Gesichtspunkten erlaubt.

V. Vorversuche.

Die Vorversuche bezweckten die Einübung des Hundes auf einen absoluten Helligkeitsunterschied. Erfahrungsgemäß ist die Wiedererkennung eines absoluten Reizes umso sicherer, je größer der Unterschied zwischen Vergleichs- und Normalreiz ist. Deshalb wurde in den Vorversuchen nur die hellste und dunkelste Tafel benutzt, nachdem eine kurze Orientierung des Hundes am und im Versuchskasten stattgefunden hatte. Die durch Schwarz Nr. 35 kenntliche Tür blieb stets verriegelt, die andre, von den drei ersten Versuchsreihen abgesehen, anfangs mehr oder weniger geöffnet. Nach und nach wurde die Türöffnung verringert und von den helfenden Winken ein immer sparsamerer Gebrauch gemacht. In Versuchsreihe Nr. 33 und den folgenden unterschied sich die zu öffnende von der verschlossenen Tür auch für das spähende Auge in nichts mehr. Der Raumlagewechsel war wie in den Hauptversuchen [1].

Die wechselnden Bedingungen lassen eine einheitliche Beurteilung nicht zu. Wegen des mangelnden Vorbaues treten „Ohne Anstoß"- und „Kehrt"-Bewegungen erst nach der dritten Versuchsreihe auf. Von da ab läßt sich eine unregelmäßige Zunahme dieser Fehlerarten konstatieren. Eigentliche Ruckbewegungen, die für das spätere Benehmen des Hundes charakteristisch sind, kommen in den Vorversuchen noch nicht vor. Ein Überwiegen der Linksreaktionen

[1] Beilage 2, welche aus Raummangel der Bücherei des Naturwissenschaftl. Vereins überwiesen ist, enthält das Nähere.

ergibt sich aus der vorletzten senkrechten Spalte. Sie treten meist nur in solchen Reihen deutlich zurück, in welchen dem Tiere durch Türöffnung und hinweisende Gebärde das Aufsuchen der Nahrung erleichtert wurde. Zu einer Erschwerung der Versuchsbedingungen wurde fortgeschritten, wenn der Hund in der Lösung der leichteren Aufgabe eine genügende Sicherheit erhalten hatte. Als Maß seiner Reaktionssicherheit dienen die Trefferzahlen, die mindestens mehr als die Hälfte, also über 17 in einer Versuchsreihe, betragen müssen, wenn auf eine Erkennung der unverriegelten Tür geschlossen werden darf. Versuchsreihe 44 beweist den Vorteil der Versuchsanordnung mit vorgesetztem Drahtgitter. Deshalb wurde der Vorbau in allen späteren Versuchen beibehalten. Mit der Einführung des Schemas der Hauptversuche sinkt die Trefferzahl deutlich. Da die Ergebnisse der Versuchsreihen 37—45 ein weiteres Fallen der richtigen Reaktionen befürchten ließen, wurde die oben wiedergegebene Anordnung für die Hauptversuche modifiziert. Die Vorversuche umfassen 21 Versuchstage, ungefähr 46 Versuchsreihen zu je 34 Versuchen und 1553 Einzelversuche. Der Hund lernte hierbei die konstanten, wahrscheinlich auch die wechselnden Helligkeiten unterscheiden.

VI. Versuche mit farblosen Papieren.

Wie schon gesagt, war es nicht unwahrscheinlich, daß die abklingende Einstellung auf einen absoluten Helligkeitsunterschied den allmählichen Verlust der Unterscheidungsfähigkeit überhaupt nach sich zog. Negative Ergebnisse lagen aber nicht im Interesse der Sache. Deshalb wurde zu einer Kombination der Anordnung mit konstanter und wechselnder Helligkeit gegriffen. Und zwar fanden vom 28. 7. 1910 an täglich drei Versuchsreihen statt; davon prüfte die erste jedesmal die Unterscheidung konstanter Helligkeiten, während die beiden letzten Reihen sich an das oben wiedergegebene Schema anschlossen. Abweichungen von dieser Norm waren durch das Fehlen bzw. Zuspätkommen der Helfer bedingt und sind aus folgender Zusammenstellung zu ersehen.

Tab. 1. Verteilung der Hauptversuche.

Datum		27.6.[1]	28.6.	29.6.	30.6.	1.7.	2.7.	4.7.	5.7.	6.7.	7.7.	8.7.	9.7.
Versuchsreihe	I		35-2	34-2	33-3	32-4	31-5	30-6	29-7	26-10	35-18	17-1	25-11
	II		W[2]	W	W	W	W	W	28-8	W	W	W	W
	III	35-1	W	W	W	W	W	W	27-9	W	W	W	W
	IV												
	V												

[1] = Vorversuche, Reihe Nr. 34.
[2] W = Versuche mit wechselnden Helligkeitsdifferenzen.

Datum		11.7.	12.7.	13.7.	14.7.	15.7.	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	23.7.
Versuchsreihe	I	34-19	16-2	24-12	33-20	15-3	23-13	32-21	22-14	31-22	30-23	19-17	27-26
	II	W	W	W	W	W	W	W	W	13-5	12-6	28-25	
	III	W	W	W	W	W	W	W	w[1]	21-15	20-16	10-8	
	IV								14-4		29-24	20-18	
	V										11-7		

Die 35 Versuchsreihen der Hauptversuche, welche miteinander verglichen und bei der Zusammenstellung der Resultate verwandt wurden, sind durch ein großes W (W e c h s e l der Helligkeitsdifferenzen) gekennzeichnet. Sie enthalten alle Versuche des Schemas. Ihre Ergebnisse, zum Teil auch die Resultate der begleitenden Nebenversuche, verschaffen einen Einblick

a) in den Fortschritt der Helligkeitsvergleichung,

b) in die Veränderung des Benehmens während einer Versuchsstunde,

c) in die Entwicklung des Verhaltens im Einzelversuch,

d) in die Konstanz der Linksreaktion,

e) in die Bedeutung der Helligkeitsdifferenz
und

f) in den Einfluß des Helligkeitsgrades für die Vergleichung.

a) F o r t s c h r i t t i n d e r H e l l i g k e i t s v e r g l e i c h u n g.

Für den Fortschritt in der Helligkeitsvergleichung dienten die Trefferprozente als ausschlaggebendes Kriterium. Als Treffer wird eine Reaktion gewertet, bei welcher der Hund die verschlossene Tür nicht angestoßen bzw. berührt hat, ohne Rücksicht auf die sonst vorgekommenen fehlerhaften Bewegungen. Ein Treffer würde beispielsweise folgende Reaktion sein: l Ruck, r Kehrt, l ohne anzustoßen, **r**; eine Fehlerreaktion z. B. wäre: l Ruck, r Kehrt, l berühren, **r**. Hieraus kann man schon ersehen, wie kompliziert das Verhalten des Hundes gewesen ist. Es verrät sich nun eine tägliche Entwicklung seines Benehmens nicht nur hinsichtlich der Zahl der fehlerlosen Verhaltungsweisen, sondern auch in den Fehlern selbst. Tabelle 2 mag dies verdeutlichen.

[1] w = 36., bei der Berechnung unberücksichtigt gebliebene Versuchsreihe.

	22.7.	23.7.	
	19-17	27-26	
	28-25		
	10-8		
	20-18		

teinander
verwandt
elligkeits=
uche des
e der be=

Versuchs=

gleichung.

ch,

enten die
s Treffer
schlossene
nt auf die
n Treffer
r Kehrt,
, r Kehrt,
ompliziert
nun eine
htlich der
h in den

e Versuchs=

Tab. 2. Übungsfortschritt in der Helligkeitsvergleichung.

Versuchstag	Täglich 68 Versuche																		Tägl. Anstieg		Prozentualer Anstieg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18[1]	Konstante	Variable	
Treffer	48	42	50	50	54	37	38	53	58	39	37	58	52	39	38	60	58	57	+ 44,4	+ 0,4	+ 0,6
Klingelzeichen	14	19	11	17	14	11	18	13	12	13	9	6	2	9	21	4	6	6	+ 16,85	— 0,574	— 0,844
Anstoßen	20	26	18	18	14	23	22	15	16	21	23	10	16	21	30	8	12	11	+ 21,7	— 0,39	— 0,573
Ohne anzustoßen	1	2	0	3	4	2	3	7	12	5	4	5	6	5	12	13	5	10	+ 1,35	+ 0,378	+ 0,556
Kehrt	18	17	20	23	18	15	15	20	16	34	27	21	21	28	36	41	64	49	+ 8,71	+ 1,908	+ 2,806
Ruck										10	7	10	16	39	71	40	60	27	— 15,856	+ 3,306	+ 4,862
Bewegungswechsel	39	45	38	44	36	42	39	42	44	70	60	45	59	92	149	92	141	96	+ 16,157	+ 5,16	+ 7,59
Ohne Bewegungswechsel	33	29	32	29	36	32	38	32	28	19	31	33	29	23	6	23	15	26	+ 36,01	— 0,902	— 1,33

[1] Die 36. Versuchsreihe ist hier mit verrechnet.

An allen Versuchstagen erheben sich die Leistungen des Hundes über den Zufallswert, der bei 68 Versuchen 34 beträgt. Hierbei fällt ins Gewicht, daß nach dem Ende der Serie zu die Treffer zunehmen. Wie die Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate ergibt, verbessert sich der Hund im Durchschnitt täglich um 0,40 Treffer. Jedes Hundert Versuche weist ungefähr 0,6 richtige Reaktionen mehr als das vorhergehende auf. Neben dem verhältnismäßig recht geringen Übungsanstieg fallen die bedeutenden Schwankungen auf. Am 15. Tag der Versuchsserie sinkt die Trefferzahl beispielsweise auf 38, d. s. 56 Prozent. Auf Grund dieser Tatsachen dürfte man die Unterscheidungsfähigkeit des Hundes unter obigen Versuchsumständen zu bezweifeln geneigt sein. Andrerseits ist gerade der allmähliche Anstieg mit seinen Schwankungen — neben andern noch zu erwähnenden Ergebnissen — ein Beweis für die relativ selbständige Entwicklung der Helligkeitsvergleichung beim Hunde; selbständig nämlich insoweit, als die einübenden Vorversuche außer acht gelassen werden. Die gleichzeitigen Nebenversuche lassen sich nicht vergleichsweise heranziehen, da von Tag zu Tag die Helligkeitsdifferenz verringert und verschoben wurde.

Recht charakteristisch äußert sich die wachsende Reaktionsvorsicht in der Abnahme der Klingelzeichen und der Berührungen. Während es nämlich in den Vorversuchen noch vorkam, daß der Hund mehrmals nacheinander heftig gegen die verriegelte Tür stieß und ein Klingelzeichen nach dem andern ertönte, wiederholten sich während einer Reaktion der Hauptversuche die Klingelzeichen sehr selten. Meist sprang der Hund nach dem ersten Ton wie erschreckt zurück, um die andre Seite des Kastens aufzusuchen. Wenn auch die Dauer des Klingelzeichens nicht fixiert werden konnte, so steht ihre Abnahme für den Beteiligten noch mehr außer Zweifel, als das unregelmäßige Sinken ihrer Zahl. Immerhin erfolgt die Abnahme der Klingelzeichen, also der groben Fehler, in einem beschleunigteren Tempo als die Abnahme der Reaktionen mit Anstoßen oder Berühren der verkehrten Tür. Wahrscheinlich steht dieser Unterschied im Zusammenhang mit der Stärke der Unlustbetonung. Demnach dürfte man die Veränderung, welche eine Art der Bewegung während ihrer Entwicklung von Tag zu Tag erleidet, als Kennzeichen ihrer Unlustbetonung auffassen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es zu verstehen, daß die übrigen fehlerhaften Bewegungen nicht, wie zu erwarten, abnehmen, sondern ihrer Zahl nach mehr oder weniger anschwellen. Das Mehr oder Weniger ist nun einer in die Augen fallenden Regel unterworfen. Die fehlerhaften Bewegungen nehmen in dem Maße weniger schnell zu, als sie eine längere Wegstrecke erfordern. Deswegen hat die kurze

Ruckbewegung, bei welcher der Hund etwa 2 m von dem Kasten entfernt am „Scheideweg" steht und die Türen fixierend den Kopf unentschlossen hin und her wirft, ohne seinen Standpunkt zu verändern, den stärksten Anstieg, trotzdem sie zeitlich erst am zehnten Tage der Hauptversuche deutlich auftritt. So unvermittelt, wie es nach der Tabelle erscheint, war allerdings das erste Vorkommen der Ruckbewegung nicht. Vielmehr besteht nach den stenographischen Notizen ein kontinuierlicher Übergang zwischen Klingelzeichen, Anstoßen, ohne Berührung, Kehrt und Ruck. Schon vor dem zehnten Tage der Hauptversuche führte der Hund sehr häufig Kehrtbewegungen aus, die bereits nach einem Schritte in Richtung zur Tür gehemmt wurden. Allmählich entstanden aus solchen kurzen Kehrtwendungen die einfachen Ruckbewegungen. Die obigen Anstiegswerte lassen somit die Tendenz erkennen, den Entschluß lokal weiter rückwärts dem ursprünglichen Standort genähert und zeitlich nach dem Anfang der Reaktion zu verlegen. Darin liegt ein weiteres Kennzeichen der wachsenden Reaktionsvorsicht.

Man kann nicht behaupten, daß die Reaktionsvorsicht auf einem ökonomischen Prinzip beruhe und Hand in Hand gehe mit einer Ersparnis von Energie. Dies leuchtet ein, wenn man die Länge des von dem Hunde zurückgelegten Weges als Maß seiner Energie ansieht. Die Länge des bei jedem Versuche zurückgelegten Weges ist aus den stenographischen Aufzeichnungen festzustellen, indem für die Rückbewegung 0,10 m, für Kehrt 1 m, für „ohne Anstoß" 1,9 m, für Anstoßen und Klingelzeichen 2 m angesetzt werden.[1] Die Reaktion l Ruck, r Kehrt, l ohne anzustoßen, r Klingel, l repräsentiert also einen Fehlerwert von $0{,}1+1+1{,}9+2 = 5$ m. Die so berechnete Energieverschwendung hat wegen der Beobachtungsfehler nur für größere Gruppendurchschnitte Wert. Zahlenkurve 1 der Tab. 3 gibt für die 18 Versuchstage der Hauptversuche ein Bild von den außerordentlichen Schwankungen des motorischen Aufwandes des Hundes. Wenn bei diesen Schwankungen auch der Anstieg des Energieverlustes weniger ins Gewicht fällt, so erscheint doch schon die Tatsache bedeutungsvoll, daß die Entwicklung der Reaktionsvorsicht nicht mit Sicherheit auf das Prinzip der Sparsamkeit zurückgeführt werden kann.

Im einzelnen ist allerdings ein unzweideutiger Zusammenhang zwischen Bewegungsgröße und Reaktionsvorsicht nicht zu verkennen. Der Vergleich der überflüssigen Weglängen mit der Trefferkurve in Tab. 2 stellt ihn außer Zweifel. Jede Kurve erscheint als Negativ der andern. Wo nämlich eine Kurve steigt, fällt die

[1] Die verdoppelnde Rückwärtsbewegung bleibt, da sie nicht als fehlerhafte Bewegung betrachtet werden kann, unberücksichtigt.

Gegenkurve und umgekehrt. Energieverlust und Reaktionsvorsicht bewegen sich in entgegengesetzter Richtung. Auf den Zuschauer machten die Bewegungen des Hundes an erfolglosen Tagen den Eindruck der Faselei und Unentschlossenheit. Die Folge davon, daß der Hund seine Entschlußbasis rückwärts verlegt, ist die allmähliche Verkleinerung der gehemmten Reaktionsstrecke. Darunter verstehen wir die Länge des Weges, die er durchschnittlich von einem Wechsel in der Bewegung bis zum andern zurücklegt.[1] In dem oben angeführten Beispiel wechselte der Hund die Bewegungsrichtung 4mal. Da die überflüssigerweise zurückgelegte Weglänge 5 m betrug, umfaßt jede Phase der Reaktion durchschnittlich 5 : 4 = 1,25 m. Analog wird die durchschnittliche gehemmte Reaktionsstrecke der einzelnen Tage aus der Summe der Weglängen und der Anzahl der Reaktionshemmungen berechnet. Es ergeben sich die Werte der Tabelle 3.

Tabelle 3. Entwicklung des motorischen Verhaltens in den Hauptversuchen.

Versuchstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Weglänge	87,9	110,8	78	98,7	81,6	86,8	100,7	89,3	94,8
Reaktionshemmungen	39	45	38	44	36	42	39	42	44
Gehemmte Reaktionsstrecke: beobachtete	2,25	2,47	2,05	2,24	2,27	2,17	2,58	2,12	2,15
ausgeglichene	2,67	2,56	2,45	2,34	2,23	2,12	2,01	1,90	1,79

Versuchstag	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Weglänge	112,5	99,3	63,5	60	101,4	167,9	93,7	125	104,7
Reaktionshemmungen	70	60	45	59	92	149	92	141	96
Gehemmte Reaktionsstrecke: beobachtete	1,61	1,65	1,41	1,02	1,10	1,13	1,02	0,89	1,09
ausgeglichene	1,68	1,58	1,47	1,36	1,25	1,14	1,03	0,92	0,81

Somit verkürzen sich die Phasen der Reaktion in einem Zeitraum von 18 Tagen über die Hälfte. Damit wird eine Tatsache neu aufgelegt, die ich bereits in Aufmerksamkeitsversuchen an einem Spitzhund nachgewiesen habe.[2] Dem Tier war die Aufgabe gestellt, unter 4 farbigen Schnüren diejenige heranzuscharren, welcher am Ende ein Wurstscheibchen angebunden war. Da von Versuch zu Versuch die zu wählende Schnur nach Lage und Farbe permutiert

[1] Wobei wiederum die Verdoppelung außer acht gelassen wird.
[2] A. Franken, Instinkt und Intelligenz eines Hundes. Zeitschr. f. angew. Psychol. Bd. 4. S. 416 f.

wurde, machte der Hund zahlreiche Fehler, indem er auch die falschen Schnüre mehr oder weniger oft und weit heranzog. Die durchschnittliche Länge der in den einzelnen Phasen des Versuchs nutzlos angezogenen Schnur, zugleich die Dauer der Reaktion zwischen den Orientierungsmomenten, entspricht der ungehemmten Reaktionsstrecke. Auch sie nimmt im allgemeinen von Versuchsreihe zu Versuchsreihe ab. — Soweit die Tatsachen; ihre psychologische Auswertung im Zusammenhang ist Aufgabe des Schlußkapitels.

b) Veränderung des Benehmens während einer Versuchsstunde.

Methode, Anordnung und Beobachtungsweise erlauben eine Untersuchung über den Verlauf der Reaktionen während einer Versuchsstunde. Wie Tab. 1 zeigt, wurden während der Hauptversuche täglich meist drei Versuchsreihen mit 34 Einzelversuchen, im ganzen also 102 Versuche ausgeführt. Von diesen Reihen können unter Berücksichtigung gleicher objektiver Bedingungen nur die 2. und 3. miteinander verglichen werden. Da aber die erste Reihe wiederum in sich konstante Versuchsbedingungen darbietet, ist eine getrennte Betrachtung der Reaktionsänderung für alle drei Reihen zu empfehlen, um so mehr, als diese Art der Behandlung die Möglichkeit ausnutzt, den Gegenwirkungen der Übung und Ermüdung nachzugehen und in methodischer Hinsicht bei übereinstimmenden Ergebnissen deren Gewicht vergrößert. Andrerseits ist von vornherein die außerordentliche Labilität der tierischen Aufmerksamkeit zu beachten. Der hiermit gegebenen Fehlerquelle kann nur durch Deckung zahlreicher Versuchstage bzw. Versuchsstunden entgegengewirkt werden. Die Anzahl von 18 Versuchstagen dürfte nicht genügen, um eine kurvenmäßige Darstellung und Berechnung als begründet anzusehen. Wir verzichten deshalb auf die Angabe, in welchem Grade die Veränderung der Reaktionsbewegungen von Versuch zu Versuch erfolgt und beschränken uns auf die Berechnung der Sukzessionskoeffizienten für die einzelnen Reihen. Die Sukzessionskoeffizienten sind zwischen −1 und +1 schwankende Werte, welche anzeigen, mit welcher Häufigkeit eine Ab- bzw. Zunahme konstatiert wurde. Der Wert +1 ergibt sich, wenn ohne Ausnahme jeder folgende Wert größer als der vorhergehende ist; umgekehrt −1. Bei vollkommen regelloser Folge der Werte entsteht 0.

Für die gelegentlich angestellten 2. und 3. Versuchsreihen mit konstanten Helligkeiten wurden die Koeffizienten gesondert berechnet und zum Vergleich herangezogen; ebenso die Koeffizienten der ungehemmten Reaktionsstrecke.

Tab. 4. Sukzessionskoeffizienten der Reaktionsbewegungen.

Versuchsreihe	Versuchsbedingungen	Zahl der Versuchstage	Klingelzeichen	Anstoß	Ohne Anstoß	Kehrt	Ruck	Bewegungswechsel	Ohne Bewegungswechsel	Gesamte Reaktionsstrecke	Treffer
I	Konstante Helligkeit	18	—0,061	—0,033	—0,034	+0,033	—0,005	—0,014	+0,017	—0,056	+0,033
II		5	+0,009	+0,024	+0,009	+0,015	+0,046	+0,028	—0,034	—0,012	—0,024
II		18	+0,008	+0,021	+0,030	+0,009	+0,019	+0,023	—0,05	—0,002	—0,021
III	Wechselnde Helligkeit	18	+0,003	+0,019	—0,009	—0,049	+0,091	+0,036	—0,01	—0,049	—0,019
III			+0,004	+0,016	—0,021	+0,062	+0,013	+0,019	—0,021		—0,016

Während der ersten Versuchsreihe nehmen die groben Reaktionsfehler ab; die Unterscheidungsfähigkeit gewinnt. Ohne Zweifel steht diese Tatsache in Zusammenhang mit der bei Beginn der Versuche häufig konstatierten Unaufmerksamkeit. Es war nun die Unaufmerksamkeit nicht wie gewöhnlich die Folge der Reaktionsunlust, sondern wahrscheinlich wegen des Hungers, einer übergroßen Reaktionshast. Er stürzte blindlings auf eine Tür los, deren Widerstand ihn bald zur nötigen Vorsicht mahnte. Gewöhnlich war nach bereits 10 Versuchen die erwünschte Anpassung des Hundes eingetreten. Von dem Zeitpunkte an wachsen seine Reaktionsfehler, im ganzen genommen mehr oder weniger. Man ist versucht, den anfänglichen Anstieg und den darauf folgenden Abfall der Sicherheit des Unterscheidens mit dem Einfluß der Übung und Ermüdung bei menschlicher Arbeit in Parallele zu setzen. Bezüglich des Anstiegs mag der Vergleich berechtigt sein. Von einer allgemeinen Ermüdung im eigentlichen Sinne durch die Versuche kann dagegen nicht die Rede sein. Das zeigt einmal die zunehmende Länge des gesamten Reaktionsweges von Versuch zu Versuch und zum andern die ungehemmte Lust zum Vagabundieren nach Ende der Versuchsstunde. Dennoch kommt die wachsende Reaktionsunlust nicht nur in den Zahlen, sondern auch in dem sonstigen Verhalten des Hundes unverhohlen zum Ausdruck. Er wird von Reihe zu Reihe ablenkenden Einflüssen zugänglicher, läuft zuweilen direkt an dem Kasten vorbei oder sucht sich ganz und gar der zur unangenehmen Pflicht gewordenen Reaktion zu entziehen. Sein Hunger auf Wurst war eben soweit gestillt, daß er das Lockmittel nicht mehr als Äquivalent der eintönigen Bewegungen ansah.

Zutreffender als die Parallele zum Übungs- und Ermüdungsprozeß ist die Analogie mit der Veränderung des Verhaltens von Tag zu Tag während der ganzen Versuchsserie. Wenigstens, soweit die

fehlerhaften Bewegungen in Betracht kommen. Auch Tab. 4 verrät eine wachsende Nervosität des Hundes in der Zunahme überflüssiger Bewegungen. Die negativen Vorzeichen der Kehrt- und „Ohne Anstoß"-Bewegungen in der 3. Versuchsreihe werden durch den entsprechenden hohen Sukzessionskoeffizienten der Ruckbewegungen erklärt. Auch während der Versuchsstunde findet ein allmählicher Übergang von den „Ohne Anstoß"- und „Kehrt"-Bewegungen zu den Ruckbewegungen statt. Der Ort der Entscheidung wird lokal rückwärts verlegt, die Momente der Entscheidung werden, wie die Verkürzung der gehemmten Reaktionsstrecke beweist, zeitlich zusammengedrängt, wodurch die Reaktion den Charakter der Unschlüssigkeit annimmt. Auch in diesem Punkte besteht eine vollkommene Übereinstimmung mit den bereits erwähnten früheren Kordelversuchen.

Deshalb erscheint die Beobachtung von allgemeiner Bedeutung. Sie regt eine spezielle Frage an, die bisher bei psychologischen Experimenten weniger beachtet wurde, nämlich die Frage, ob mit dem Rückgang geistiger Leistungen eine zunehmende, auch subjektiv zu konstatierende Unsicherheit des Urteils Hand in Hand gehe. Die Verwendung abgestufter Indizes bei Schwellenbestimmungen etwa: sicher heller[1], wahrscheinlich heller, vielleicht heller usw. kann hierüber Aufschluß geben. Tachistoskopische, bisher noch unveröffentlichte Versuche des Verfassers mit Zahlbildern an Schulkindern bestätigen die Vermutung. Interindividuell fielen auf die richtigen Antworten 6,5 Prozent, auf die falschen 28 Prozent angezweifelte; interindividuell ergab sich bei 10 Schülern zwischen den Fehlerleistungen und den geäußerten Zweifeln eine +Korrelation von 0,44. Somit decken sich in der Regel subjektive Unsicherheit und objektive Fehler.

Das Verhalten im Einzelversuch

gewährt noch einen tieferen Einblick in die Willenshandlung des Hundes. Die Einzelreaktionen gruppieren sich in solche ohne und mit Bewegungswechsel; letztere sind Reaktionen mit ein- und mehrmaligem Wechsel in der Bewegung. Es läßt sich nun feststellen, welcher Art beispielsweise bei einem Versuch mit viermaligem Wechsel in der Bewegung meist die erste, zweite, dritte und letzte Fehlbewegung ist. Die allgemeine Norm des Verhaltens erkennt man aus Tabelle 5.

[1] Die Ausdrücke zur Kennzeichnung des objektiven Unterschiedes: bedeutend, deutlich, etwas usw. decken sich durchaus nicht notwendig mit den Selbstbeobachtungswerten. Auch in charakterologischer Beziehung würden die subjektiven Indizes wertvolle Aufschlüsse vermitteln.

Tab. 5. Verhalten des Hundes im Einzelversuch.

Unterbrechung der Bewegung	Versuchsreihe	Anzahl der Bewegungen	Reihenfolge der Bewegungen	In Prozenten: Klingelzeichen	Anstoß	Ohne Anstoß	Kehrt	Ruck	Gehemmte Reaktionsstrecke
0×	I	325 = 53,1%							
	II u.III	473 = 39,7%							
1×	I	223 = 36,4%	1. Beweg.	15,7	4	6,3	53,4	20,6	1,07 m
	II u.III	456 = 38,3%		26,8	14,1	9,2	29,1	20,8	1,30 „
2×	I	47 = 7,7%	1. Beweg.	2,1	—	8,5	61,7	27,7	0,85 m
			2. „	34	17	12,8	25,5	10,7	1,53 „
	II u.III	171 = 14,4%	1. „	—	4,7	7	67,2	21,1	0,92 „
			2. „	36,9	17	5,9	25,6	14,6	1,46 „
3×	I	11 = 1,8%	1. Beweg.	—	—	—	27,3	72,7	0,35 m
			2. „	9	—	13,8	54,5	18,2	1,09 „
			3. „	9	54,6	9,1	18,2	9,1	1,64 „
	II u.III	51 = 4,3%	1. „	—	—	—	29,4	70,6	0,36 „
			2. „	—	—	3,9	74,5	21,6	0,84 „
			3. „	17,6	25,5	7,9	35,3	13,7	1,38 „
4×	I	3 = 0,5%	1. Beweg.	—	—	—	—	100	0,1 m
			2. „	—	—	—	33,3	66,7	0,4 „
			3. „	—	33,3	—	66,7	—	1,33 „
			4. „	33,3	—	—	66,7	—	1,33 „
	II u.III	31 = 2,6%	1. „	—	3,2	3,2	19,4	74,2	0,39 „
			2. „	—	6,4	6,5	29	58,1	0,6 „
			3. „	—	3,2	6,5	58,1	32,2	0,8 „
			4. „	22,6	16,1	6,5	25,8	29	1,18 „
5×	I	3 = 0,5%	1. Beweg.	—	—	—	—	100	0,1 m
			2. „	—	—	—	—	100	0,1 „
			3. „	—	—	—	66,7	33,3	0,7 „
			4. „	—	—	—	66,7	33,3	0,7 „
			5. „	—	—	—	66,7	33,3	0,7 „
	II u.III	8 = 0,7%	1. „	12,5	—	—	25	62,5	0,86 „
			2. „	—	—	12,5	25	62,5	0,85 m
			3. „	12,5	37,5	—	—	50	1,05 m
			4. „	12,5	12,5	25	25	25	1,25 m
			5. „	25	25	25	—	25	1,50 m

Die Zahlen sind nach den äußeren Versuchsbedingungen gesondert. Die erste Versuchsreihe weist prozentual bedeutend mehr Treffer ohne Bewegungswechsel auf als die beiden zeitlich folgenden. Es läßt sich aber nicht entscheiden, ob die Zeitlage oder die Konstanz der Versuchsbedingungen dies verursacht. Ebenso weist die Rubrik der gehemmten Reaktionsstrecken einen charakteristischen Unter-

schied nach. Die Versuche der II. und III. Reihe beginnen nämlich durchweg mit einem stärkeren Bewegungsimpuls, der bei der 2. und 3. Bewegung nicht in dem Maße verstärkt wird wie bei den Versuchen der ersten Reihe. Ob diese Erscheinung gesetzmäßiger Art ist und worauf sie zurückgeführt werden kann, wäre durch dahinzielende Versuche mit Zeitlagenwechsel für konstante und wechselnde Helligkeiten zu untersuchen.

Übereinstimmend für alle Versuchsreihen ergeben sich folgende Tatsachen: 1. Reaktionen mit starkem Bewegungswechsel fangen in der Regel mit kurzen Ruck- und Kehrtbewegungen an. Je geringer der Wechsel im Verhalten, desto stärker treten gleich zu Anfang die großen Bewegungen auf. 2. Die Bewegungen folgen während der Reaktion meist in der Reihenfolge ihrer Größe. Deshalb werden die anfangs kurzen Bewegungen durch längere in der 2. und 3. Phase der Reaktion ersetzt.

Zur Erklärung des Bewegungsrhythmus lassen sich verschiedene Annahmen machen. An eine Art Raumlagewechsel aus Überlegung zu denken, welche eine möglichst sichere Unterscheidung verbürgt, ist erst berechtigt, wenn einfachere Erklärungen versagen. Auch die Probiermethode für alle Versuche zur Erklärung heranzuziehen, geht nicht an, da wir in sehr vielen Fällen keinen vollendeten Irrtum konstatieren. Noch weniger darf man in dem Benehmen die Äußerung eines determinierten Instinktes erblicken. Wie wäre sonst die langsame Entwicklung des rhythmischen Verhaltens zu verstehen? Und dennoch muß bei den konstanten Versuchsbedingungen eine innere Nötigung vorliegen. Sie scheint doppelter Art zu sein. Wie später gezeigt wird, nehmen die ungehemmten Reaktionsstrecken mit der Schwierigkeit der Vergleichung zu. Bei relativ geringen Helligkeitsdifferenzen wird die Reaktion mehr in der Nähe der Papiere gehemmt als bei den relativ großen Unterschieden. Das Auge des Hundes sucht also, ehe ein Entschluß gefaßt wird, in zweifelhaften Fällen eine Annäherung an das Vergleichsobjekt, wie ein Kurzsichtiger bestrebt ist, sich einem Gegenstand zu nähern, den er genauer beurteilen will. Als zweites, den Bewegungsrhythmus veranlassendes Moment, kommt die Konstanz der Linksreaktion in Betracht.

Die Konstanz der Linksreaktion.

Wie aus Beilage 2 ersichtlich, hatte der Hund von Anfang an die Neigung, sich zuerst bei jedem Versuch nach links zu wenden. Je mehr er sich während der Vorversuche selber überlassen war, desto deutlicher trat die Neigung hervor. Auch während der achtzehntägigen Periode der Hauptversuche treten wohl unregelmäßige Schwankungen in bedeutendem Umfange auf, ohne daß

sich eine Abnahme in der Anzahl der Linksreaktionen nachweisen läßt. Tabelle 6 gibt die Zahl der Linksreaktionen für die einzelnen Versuchsreihen wieder.

Tab. 6. Zahl der Linksreaktionen während der Hauptversuche.

Datum		28.6.	29.6.	30.6.	1.7.	2.7.	4.7.	5.7.	6.7.	7.7.	8.7.	9.7.	11.7.
Versuchsreihe	I	28	32	33	22	28	19	24	26	31	21	30	20
	II	34	31	34	32	28	23	22	21	33	10	31	7
	III	24	32	34	34	32	13	14	19	29	15	25	9
	IV												
	V												

Datum		12.7.	13.7.	14.7.	15.7.	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	23.7.
Versuchsreihe	I	22	23	25	32	30	19	28	21	26	26	24
	II	15	19	28	25	24	29	25	29	30	20	
	III	23	13	25	27	24	22	26	30	30	29	
	IV							21		24	28	
	V									31		

17 Linksreaktionen wären zu erwarten, wenn die erste Bewegung vollkommen vom Zufall beherrscht würde. Mit wenigen Ausnahmen wird der Zufallswert übertroffen. Anfangs hielt ich den Hund durch meine Stellung beeinflußt, ich stand nämlich meist links vor dem Versuchskasten. Die ersten Bewegungen änderten aber auch dann ihre Richtung nicht, wenn ich zeitweilig rechts stand. Der Hund war eben ein Linkswender. Die Konstanz der Linksreaktion muß mit berücksichtigt werden, wenn man den langsamen Fortschritt der Helligkeitsvergleichung beim Hund verstehen will.

e) Bedeutung der Helligkeitsdifferenz.

Die 34 verschiedenen zur Verfügung stehenden Helligkeitsdifferenzen können in ihrer Beurteilung durch den Hund nicht einfach miteinander verglichen werden. Eingangs wurde bereits darauf hingewiesen, daß die aufeinanderfolgenden Helligkeitsstufen sehr verschieden seien. Dasselbe gilt natürlich von größeren Helligkeitsunterschieden, da sich in ihnen die Differenzen der Stufen ebensogut addieren wie ausgleichen. Andrerseits verlangt auch die grobe Unterschiedsschwelle des Hühnerhundes keine subtile Berechnung. Ferner ist eine Unterschiedsschwellen-Bestimmung in der Art, wie sie in der experimentellen Psychologie üblich ist, beim Hund einfach unmöglich, weil man von ihm keine Urteile gleicher oder annähernd gleicher Aufmerksamkeit gewinnen kann. Die Ausscheidung unaufmerksamer Reaktionen würde aber der willkürlichen

Behandlung des Versuchsmaterials Tor und Tür öffnen. Endlich sind bei der getroffenen Anordnung nicht mit allen Differenzen gleich viele Versuche gemacht worden. Insbesondere verlieren die größeren Unterschiede wegen der geringeren Versuchsanzahl stark an Gewicht. Man muß sich also mit wenigen Durchschnittszahlen begnügen.

Nach der Größe der Helligkeitsdifferenz wurden vier Versuchsgruppen gebildet. Jede von ihnen umfaßt 9 der Größe nach aufeinanderfolgende Helligkeitsstufen. Papier Nr. 8 neben Nr. 9—17 wurde beispielsweise als Versuch der Gruppe I gerechnet; Nr. 8 neben Nr. 17—25 als Versuch der Gruppe II, neben Nr. 26—34 als Versuch der Gruppe III, neben Nr. 34, 35 zur Gruppe IV. Je stärker die Differenz, desto d e u t l i c h e r der Helligkeitsunterschied, desto leichter die Unterscheidung. Dies trifft nach Tab. 7 auch für den Hund zu.

Tab. 7. Bedeutung der Helligkeitsdifferenz.

Gruppe	Helligkeitsdifferenz	Zahl der Versuche	In Prozenten: Klingelzeichen	Anstoßen	Ohne Anstoß	Kehrt	Ruck	Bewegungswechsel	Ohne Bewegungswechsel	Treffer	Gehemmte Reaktionsstrecke	Überflüssige Wegstrecke der Versuche mit Bewegungswechs.	Abstand der Entschlußbasis vom Versuchskasten
I	1-9	540	24,4	15,6	8,3	39,6	22,4	108,5	33,9	62,8	1,28	2,08	1,03
II	9-17	396	13,9	8,8	6,6	37,6	21,9	87,9	42,2	81,3	1,11	1,69	1,25
III	18-26	234	11,1	4,3	5,1	32,9	19,7	71,8	48,3	84,6	1,05	1,46	1,34
IV	26-34	90	5,5	2,2	1,1	28,9	14,4	47,8	63,3	93,3	1,00	1,31	1,58

Der Hund macht demnach bei leichten Aufgaben weniger Fehler als bei schwierigen. Hierbei zeigen die kleinen Fehler im Verhältnis zu ihrer anfänglichen Höhe von Gruppe zu Gruppe die geringste Abnahme. Umgekehrt verhalten sich die positiven Kennzeichen der richtigen Unterscheidung; es wachsen nicht nur die Treffer im allgemeinen, sondern auch die Treffer ohne jeden Bewegungswechsel. Die Reaktion gewinnt mit der Erleichterung der Vergleichsbedingungen an Entschiedenheit und Sicherheit. Davon legen auch die drei letzten Rubriken Zeugnis ab, die in ihren rohen Mittelwerten die Abnahme der Energie und Zeitvergeudung veranschaulichen.

Im Hinblick auf das eigentümliche Verhalten der gehemmten Reaktionsstrecken verschiedener Versuchsanordnung, wie es in Tabelle 5 hervortrat, erschien für die verschiedenen Gruppen eine genauere Darstellung des Bewegungsrhythmus ratsam. Tabelle 8 gibt darüber Auskunft.

Tabelle 8. Bewegungsrhythmus in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der Aufgabe.

Helligkeitsdifferenz		1—9		9—17		18—26		26—34	
Wechsel	Bewegung	Versuchszahl	Gehemmte Reaktionsstrecke	Versuchszahl	Gehemmte Reaktionsstrecke	Versuchszahl	Gehemmte Reaktionsstrecke	Versuchszahl	Gehemmte Reaktionsstrecke
1×	1.	211	1,53 m	151	1,34 m	83	1,14 m	24	1,05
2×	1.	80	0,98 m	52	0,92 m	34	0,87 m	8	0,55
	2.		1,69 m		1,37 m		1,36 m		0,55
3×	1.	31	0,44 m	14	0,23 m	1	0,10 m	2	0,1
	2.		0,88 m		0,61 m		0,10 m		1
	3.		1,48 m		0,96 m		1,00 m		1,5
4×	1.	15	0,22 m	7	0,49 m	2	0,10 m		
	2.		0,59 m		0,61 m		0,10 m		
	3.		0,76 m		0,74 m		0,55 m		
	4.		1,03 m		1,41 m		0,55 m		
5×	1.	10	0,75 m	3	0,4 m	2	0,1 m		
	2.		0,73 m		0,7 m		0,1 m		
	3.		1,22 m		1,03 m		0,1 m		
	4.		1,30 m		1,33 m		0,1 m		
	5.		1,31 m		1,66 m		0,1 m		

Ein Anwachsen der gehemmten Reaktionsstrecken von Bewegung zu Bewegung ist auch hier unverkennbar. Aber dieses Anwachsen zeigt sich doch in deutlicher Abhängigkeit von der Schwierigkeit der Aufgabe. Man ersieht das aus den Durchschnittswerten von über 10 Versuchen. Auch die übrigen Werte der Tabelle beweisen, daß durch leichte Aufgaben alle Bewegungen verkürzt werden. Bei schwierigen Aufgaben entscheidet sich der Hund demnach in relativer Nähe des Versuchskastens, bei leichteren in größerer Entfernung und zwar gilt dies für die Dauer der ganzen Reaktion.

f) Einfluß des Helligkeitsgrades.

Bessere Resultate als die obigen würden wahrscheinlich erzielt worden sein, wenn man Gehörs- und Geruchsreaktionen in der Form von Vergleichung wechselnder Intensitäten beim Hunde untersucht hätte. Die Ergebnisse sind wohl zum Teil physiologisch, nämlich durch das schwache Gesicht des Hühnerhundes bedingt. Ist dem so, dann darf man von vornherein in Parallele zu der geringen Unterschiedsempfindlichkeit auch eine geringe Empfind-

lichkeit vermuten, dann nimmt die Fähigkeit, sicher zu unterscheiden, von einer mittleren Helligkeitsregion nach oben und nach unten hin recht schnell und deutlich ab. Der Vermutung geht Tabelle 9 nach.

Tab. 9. Reaktion und Helligkeitsgrad.

Versuchszahl	Helligkeits-tafeln	Klingelzeichen	Anstoß	Ohne Anstoß	Kehrt	Ruck	Bewegungs-wechsel	Treffer	Gehemmte Reaktions-strecke
132	1-12	35	17	7	21	7	87	84	1,60 m
132	13-24	29	20	15	67	34	162	94	1,21 m
132	24-35	35	25	12	83	44	198	81	1,16 m
272	1-17	23	38	13	121	47	239	214	1,14 m
272	10-26	15	34	26	156	64	289	227	1,06 m
272	19-34	22	44	17	156	110	346	208	0,96 m [1]
272	18-35	23	32	19	153	109	334	218	0,92 m [1]

Die Gruppen zu je 272 Versuchen sind der Anordnung mit konstanten Helligkeiten, die übrigen der Hauptserie entnommen. Ihre Ergebnisse decken sich ungefähr. Nach den groben Fehlern und Treffern zu schließen, unterscheidet der Hund am besten die Papiere der mittleren Region, am unsichersten die dunklen Papiere. Im Gegensatz hierzu werden die Reaktionsstrecken durch Abschwächung der Helligkeit reduziert.

VII. Versuche mit farbigen Papieren.

Den Versuchen mit farblosen Papieren folgten in der Zeit vom 25. 7. bis 2. 8. 1910 Versuche mit farbigen Papieren wechselnder Helligkeit. Zu Vergleichszwecken gingen Experimente mit farblosen Tafeln, die jedesmal um eine Nummer ihrer Skala differierten, parallel. Als farbige Papiere fand der Satz Nr. 120 a—s der Firma E. Zimmermann, Leipzig[2], mit reinen, intensiven, aber glanzlosen Tönen Verwendung. Die heterochrome Helligkeitsvergleichung wurde mit Hilfe der grauen Skala durchgeführt und ergab folgende Ranganordnung der farbigen Papiere nach ihrer Helligkeit: a (purpurrot) = 16, b (dunkelrot) = 15, c (feuerrot) = 12, d (hellrot) = 11, e (orange) = 9, f (dunkelgelb) = 4, g (gelb) = 3, h (hellgelb) = 2, i (grün) = 6, k (gelbgrün) = 5, l (blaugrün) = 7, m (grünblau) = 10, n (hellblau) = 13, o (dunkelblau) = 16, p (violett) = 17, q (schwarz) = 18, r (grau) = 8, 5 (weiß) = 1.

[1] Die größte Differenz der vorletzten Reihe ist 15, der letzten 17, der übrigen 16.

[2] E. Zimmermann, Leipzig-Berlin, Psychologische und physiologische Apparate. Illustrierte Liste Nr. 25 S. 8.

Die Prüfung des Hundes geschah, indem in einer Versuchsreihe eine Farbe allen andern von weiß bis zum Schwarz gegenübergestellt wurde. Regel des Raumlagewechsels wie bei den farblosen Papieren. Die Serie umfaßt somit 18 Versuchsreihen zu je 17 Versuchen, die Vergleichsserie mit grauen Papieren 16 Versuchsreihen zu je 20 Versuchen. Bei dieser relativ geringen Versuchszahl ist eine Differenzierung der Ergebnisse nach Helligkeitsdifferenzen, Übungsanstieg usw. nicht angebracht. Wir stellen darum in Tabelle 10 nur die Gesamtergebnisse beider Serien einander gegenüber.

Tab. 10. Die heterochrome und reine Helligkeitsvergleichung des Hundes.

Serie	Zahl der Versuche	Mittlere Helligkeitsdifferenz	Klingelzeichen %	Anstoß %	Ohne Anstoß %	Kehrtwendung %	Ruckbewegung %	Wechsel in der Bewegungsrichtung %	Ohne Wechsel in der Bewegungsrichtung %	Treffer %	Gehemmte Reaktionsstrecke m	Überflüssige Weglänge: Versuche mit Bewegungswechsel m	Entfernung der Entschlußbasis vom Versuchskasten m
farblos	320	1	3,4	25,9	14,4	59,4	35,6	137,2	32,5	72,2	1,12	2,21	1,13
farbig	306	11,3[1]	3,2	24,5	5,9	64	20	117,3	31	73,8	1,13	1,92	1,11

Besonders die Zahlen der 4 letzten Spalten beweisen, daß die Leistungen des Tieres beidemal nahezu die gleichen gewesen sind, trotzdem die mittlere Helligkeitsdifferenz der farbigen Serie ungefähr das 11fache von derjenigen der grauen Serie beträgt. Somit wird durch die Farbe die Helligkeitsunterscheidung des Hundes stark beeinträchtigt, was ja auch beim Menschen der Fall ist. Die Tatsache der vollzogenen Abstraktion findet hierin eine weitere Stütze.

VIII. Kritik der Ergebnisse.

Vor der psychologischen Auswertung der Versuchsergebnisse ist zu beweisen, daß der Hund seine Wahl ohne Hilfen und Zeichen getroffen hat. Hilfen sind zwangsmäßig auf den Tastsinn des Tieres wirkende äußere Eingriffe, wie beispielsweise der Schenkeldruck des Reiters. Vielleicht hat der Helfer, welcher während der Versuchsvorbereitungen den Hund am Ring des

[1] Berechnet nach der Formel m D = (n—1) (n+1):3n. A. Franken, Ein Beitrag zur Ähnlichkeitsstatistik. Archiv für Pädagogik 1916. S. 351.

Halsbandes festhielt, beim Loslassen eine unwillkürliche Lenkbewegung ausgeführt. An den Ergebnissen aber änderte sich nichts, ob nun ein Helfer bediente, dem der Sinn der Versuche absolut fremd war oder ob der Helfer dauernd seinen Blick vom Versuchskasten abwandte oder ob er zugleich eingeweihter Zuschauer war. Endlich sind auch die vorherrschende Linksreaktion, die Ruck-, Kehrtbewegungen usw. mit der Annahme von Hilfen nicht in Einklang zu bringen.

Unter Zeichen verstehen wir akustische, optische oder olfaktorische Reize, welche die Reaktion des Tieres positiv beeinflussen können wie beispielsweise der Zuruf des Kutschers. Akustische Zeichen wurden während der ganzen Versuchsperiode unterdrückt. Daß die eingangs gekennzeichneten Maßnahmen gegen Übertragung unwillkürlicher optischer Zeichen tatsächlich wirksam gewesen sind, beweisen die am Schlusse der Versuchstage vorgenommenen gelegentlichen Vexierversuche und die am Schlusse der Versuchsperiode liegende Serie mit konstanten Helligkeitsbedingungen (Tafel 9 und 26 der grauen Serie). Beim Vexierversuch war jedesmal die hellere Tür verschlossen, die dunklere konnte geöffnet werden. Verglich der Hund richtig, so mußte er die verschlossene Tür aufsuchen. Bei den 28 gelegentlichen Vexierversuchen wollte der Hund 21mal die Tür mit heller Scheibe öffnen (19mal Anstoß und 2 Klingelzeichen). Unter normalen Bedingungen wären unter seinen Reaktionen 67 Prozent Treffer gewesen. Bezeichnend für die determinierende Wirkung der Aufgabe ist z. B. ein Vexierversuch mit den Tafeln 17/30: links Kehrtwendung, rechts Klingelzeichen, links ohne Berührung, rechts Klinkelzeichen, links.

Die Ergebnisse der systematischen Untersuchung der Fehlerquellen sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Bei Verwendung von Zeichen, welche dem Hund von den Einübungsversuchen her bekannt waren, steigen die Trefferprozente auf hundert. Sie erreichen aber auch bei Versuchen mit Ausschluß optischer Zeichen eine ansehnliche Höhe (91 Prozent). Der Leistung in der Vexierreihe entsprechen 70 Trefferprozente einer Normalreihe. Die letzte Versuchsreihe beweist, daß die Reaktionen des Hundes durch Geruchszeichen, die möglicherweise an dem Riegel hafteten, unbeeinflußt geblieben sind. — Nach der letzten Spalte rückt die Entschlußbasis des Hundes dem Versuchskasten um so näher, tritt also die letzte Entscheidung um so später ein, je höhere Anforderungen die äußeren Versuchsbedingungen an seine Aufmerksamkeit stellen. Hiermit wird ein Ergebnis der Tabellen 7 und 10 neu aufgelegt.

Tab. 11. Reaktion und Fehlerquellen.

Versuchsbedingungen	Versuchszahl	Klingelzeichen	Berührung	Ohne Berührung	Kehrtwendung	Rückbewegung	Bewegungswechsel	Ohne Bewegungswechsel	Treffer %	Überflüssige Weglänge: Bewegungswechsel	Überflüssige Weglänge: Zahl der Versuche mit Bewegungswechs.	Abstand der Entschlußbasis vom Versuchskasten
Normalreihe	20	—	25	25	20	—	70	60	75	1,68	2,9	1,1
Spiegelbeobachtung, Helfer im Kehrt[1]	33	6	6	3	48	18	79	39	91	1,0	1,3	1,21
Bei fehlerhafter Reaktion winkt Versuchsleiter mit dem Kopf	20	—	—	15	30	—	45	65	100	1,3	1,7	1,46
Vexierreihe	20	—	65	20	35	25	150	15	30	1,43	2,5	0,7
Ohne Riegel, Türen unverschlossen	20	—	(20)	5	5	5	15	70 (+15)	80	3,6	1,8	1,55

Zufällige Beobachtungen an dem Verhalten des Hundes bestätigen sein selbständiges Unterscheidungsvermögen: das scharfe Fixieren der Tür, der Blickrichtungswechsel bei den Ruckbewegungen, deutliche Reaktionsverzögerungen, nie aber das Suchen nach etwaigen Zeichen bei den Versuchsteilnehmern. In indirekter Weise sprechen auch der langsame Übungsfortschritt, der eigentümliche Wechsel des Verhaltens während der Versuchsstunde und der Einfluß der Aufgabenschwierigkeit auf Trefferzahl und Bewegungsrhythmus dafür.

IX. Psychologische Wertung der Ergebnisse.

Nachdem die Leistungen des Hundes als eigne nachgewiesen sind, gilt es, die Zahlensprache durch die psychologische Begriffssprache zu ersetzen. Dies setzt klare psychologische Definitionen und die Zuordnung objektiver Kennzeichen voraus[2]. Die zweckmäßige Abgrenzung des Tatsachengebietes durch die Begriffsdefinition ist Sache des Übereinkommens. Wir begnügen uns deshalb hier mit einer tabellarischen Übersicht.

[1] Diese Reihe ist nicht ohne weiteres mit den übrigen zu vergleichen, weil sie auf einem früheren Übungsstadium mit den Tafeln 12/14 vorgenommen wurde.

[2] Vgl. A. Franken, Möglichkeit und Grundlagen einer allgemeinen Psychologie im besondern der Tierpsychologie. 4. Kap.. Definitionen. Beyer & Söhne, Langensalza. 1910.

Eindruck	Ausdruck	Äußere Kennzeichen
Licht-Reizbarkeit	Heliotropismus	ererbt, ohne Vermittlung der Augen
Helligkeits-Empfindung	Licht-Reflex (Instinkt)	ererbt, mit Vermittlung der Augen
Helligkeits - Wahrnehmung	Erkennungsreaktion	erworben, Reaktion auf beliebigen Helligkeitsreiz
Helligkeits-Wiedererkennung	Wiedererkennungsreaktion	erworben auf bestimmten (absoluten) Helligkeitsreiz
Helligkeits-Vergleichung	Beziehungsreaktion	erworben auf Helligkeits-unterschied

In unsern Versuchen scheiden die e r e r b t e n Reaktionen (wie Pupillenreflex, instinktive Augen= und Kopfbewegungen nach der Lichtquelle, Furcht vor Dunkelheit) von vornherein aus; der Hund hat die richtige Reaktion langsam erlernt. Von den erworbenen Reaktionen wiederum kommen die Erkennungsreaktionen nicht in Betracht. Solche Wahrnehmungsurteile liegen vor, wenn wir das Papier weiß, den Himmel grau, die Tinte schwarz nennen. Ebensogut hätte das Papier grau, der Himmel schwarz und die Tinte rot sein können. Erkennungswahrnehmungen sind somit auf Variationen der Erscheinungsform eingestellt und bedingen eine entsprechende Zahl angepaßter Urteile. Unsere Versuchstechnik verlangt dagegen nur ein bestimmtes Urteil, eine einfache und eindeutige Reaktion. Wir haben es deswegen im vorliegenden Fall entweder mit Wiedererkennungs= oder mit Beziehungsurteilen zu tun.

Um es vorwegzunehmen: beide Urteilsarten kommen vor. Die Vorversuche bezweckten die Einprägung des absoluten Helligkeits=wertes der Tafel 1. Die eingeübte Reaktion auf einen absoluten Helligkeitsreiz ist ein Beweis für dessen richtige W i e d e r= e r k e n n u n g und als solche eine Gedächtnistatsache. Der Grund=satz der möglichst einfachen Erklärung fordert jedenfalls die An=nahme, daß bei den Einübungsversuchen und z. T. auch bei den übrigen Versuchen mit konstanten Helligkeiten der sogenannte Vergleichsreiz nur die Rolle einer reproduktionshemmenden Ten=denz übernommen hat. So war es bei den bisherigen Versuchen über das Farbengedächtnis der Tiere, sobald mehrere Versuchs=kasten zur Verwendung kamen. So auch wahrscheinlich in Kalischers Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit des Hundes bezüglich der Tonhöhe. Der seelische Vorgang ist derselbe, wenn wir auf einem Gruppenbild das Gesicht eines Bekannten heraus=suchen. Wir treffen es, auch ohne daß wir es mit den übrigen Gesichtern vergleichen.

Dagegen war bei den Hauptversuchen die Einstellung auf einen absoluten Reiz vollkommen ausgeschlossen. Wenn der Hund z. B. in einem Fall zwischen Grau Nr. 19 und 15 zu wählen hatte und sich richtig für 15 entschied, in dem darauffolgenden Versuch Grau Nr. 5 dem dunkleren 15 vorzog, so kann von einem Wiedererkennen der helleren Tafel nicht die Rede sein. Die Wiedererkennung würde ihn hier zu einer Fehlreaktion veranlaßt haben. In der gemischten Serie kommen 28 Versuchspaare dieser Art mit und ohne Raumlagewechsel vor. Die Trefferzahlen sind im Mittel 75 Prozent und 87 Prozent.[1] Eine hemmende Wirkung durch Wiedererkennung ist somit so gut wie ausgeschlossen. Nicht einmal die Hauptversuche, bei welchen sie positiv hätte mitwirken können, verraten zahlenmäßig ihren Einfluß; so ergaben sich bei 29 Versuchspaaren mit Wiedererkennungsmöglichkeit 83 und 77 Trefferprozente, statt der erwarteten Mehrleistung eine schwache Minderleistung. Wenn wir ferner bedenken, daß der häufige und geordnete Raumlagewechsel auch die Unterstützung durch das Lokalgedächtnis verhinderte, so bleibt für die Versuche mit wechselnden Helligkeiten nur noch die Annahme der simultanen Helligkeitsvergleichung des Hundes. Das Ineinanderfließen von Wiedererkennungs- und Beziehungsvorgängen, wobei die Beziehungsvorgänge überwiegen, ist umso verständlicher, als die Natur keine Laboratoriumsbedingungen liebt und absolute Helligkeitsreize und Unterschiede bei Tagesbeleuchtung nicht lange konstant sind.

Sowohl die Wiedererkennungs- als auch die Beziehungsprozesse sind noch einer tieferen Analyse nach ihrer rezeptiven und reaktiven Seite hin fähig. Für den Eindruck sind Erwartung und Aufmerksamkeit die entscheidenden Momente. So drängen sich unerwartet auffallend helle oder dunkle Reize (Nordlicht, Komet) dem Bewußtsein auf. Ihre Wirkung wird durch Kontraste gehoben. In gleicher Weise stellt sich das Helligkeitsbewußtsein bei simultan oder kontinuierlich veränderter Helligkeit ein, wie bei Beachtung des Sonnenuntergangs oder im Verfolg eines sich in der Dunkelheit verlierenden Lichtstrahls oder beim Anblick flackernder Flammen, Raketen usw. Endlich genügt zur Anregung eines spontanen Urteils die bloße Verknüpfung von Helligkeitsempfindungen mit bewußtseinfesselnden Vorstellungen, wenn bspw. ein Photograph zufällig ein Negativ sieht oder der Schreiber seine Tinte zu blaß findet. Anders dagegen, sobald der Beobachter mit bestimmter oder unbestimmter Helligkeitserwartung an den Reiz herantritt wie beim Aufleuchten der angezündeten Lampe.

[1] Zusammenstellung der Ergebnisse in Beilage 3. Bücherei des Naturwissenschaftl. Vereins.

Hier drängt sich der Reiz in der Regel beschleunigt dem Bewußtsein auf. Wo bei erwarteten Reizen oder Reizunterschieden Bewegungen veranlaßt werden, bietet die Einstellung der Aufmerksamkeit ein weiteres Unterscheidungsmerkmal. Ist sie im wesentlichen auf den Reiz gerichtet, so spricht man von einer sensoriellen, ist sie dagegen auf die auszuführende Bewegung konzentriert, von einer muskulären (motorischen) Reaktion. Ein Blinker, der Signale übersetzen muß, beobachtet sensoriell, ein Schaffner, dessen Fahrgleise in gefährlicher Nähe von dem Laternenschein eines Fahrzeuges gekreuzt wird, reagiert muskulär. Schon dieses Beispiel macht begreiflich, warum die muskulären Reaktionen beschleunigt, die sensoriellen hingegen verzögert auftreten. Die Geschwindigkeit der Reaktion wird aber nicht nur durch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Erwartung und die Art der Einstellung, sondern auch durch die Intensität der Reize bzw. die Größe der Reizunterschiede bedingt. Bei genügend starken Reizen oder genügend großen Reizunterschieden ist die Reaktion unmittelbar oder spontan. Schwierige Aufgaben dagegen hemmen die Reaktion. Hier ein Beispiel der Reaktionszeiten bei einer Unterschiedsschwellenbestimmung von 3 Kindern in bezug auf eine Winkelgröße von 45°. Im Mittel von je 30 Versuchen waren für

	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°
die Bedenkzeiten[1] . .	1,18	2	2,17	2,55	2,83	1,84	1,52	1,52	0,86 Sekunden
die Urteile:									
viel größer	—	—	—	—	1	5	16	23	29
größer	—	—	—	2	3	10	6	4	1
gleich	—	3	10	22	23	13	8	3	—
kleiner	5	12	17	4	3	2	—	—	—
viel kleiner	25	15	3	2	—	—	—	—	—

Die Unsicherheit des gehemmten Urteils drückt sich in der verlängerten Bedenkzeit und stärkeren Oszillation deutlich aus.
Die Reaktionszeit ist ein typisches Beispiel dafür, daß die objektiven Kriterien im allgemeinen nicht eindeutig verwandt werden dürfen. Um zu entscheiden, auf welcher Stufe das Wiedererkennungs- und Beziehungsurteil des Hundes steht, müssen wir die äußeren Kennzeichen im Zusammenhang betrachten. Unsre Versuche bieten folgende Merkmale

I. Reaktionsbereitschaft
   1. Freiwilligkeit — Zwang,
   2. Orientierung vor der Reaktion.

[1] Mit der Stoppuhr gemessen.

II. Reaktionsbeginn vorzeitig, normal, verzögert.
III. Reaktionsverlauf
1. Konstante Fehler,
2. Direkte Treffer, direkte Fehler,
3. Gesamttreffer,
4. Weglänge (Treffer- und Fehlerzeiten),
5. Reaktionsgeschwindigkeit,
6. Orientierungswechsel
a) Häufigkeit der Reaktionen mit Orientierungswechsel, Häufigkeit des Orientierungswechsels überhaupt,
b) Spanne = überflüssige Weglänge: Bewegungswechsel,
c) Stelle = Abstand der Entschlußbasis vom Versuchskasten.

Zu I und II: In der Reaktionsbereitschaft drückt sich das Gefühl der Erwartung aus. Wenn der Hund zu Beginn der Versuchsstunde von selbst herbeilief und gespannten Blickes die Versuchsvorbereitungen beobachtete, wenn er meist nach jedem Versuch auf den alten Platz zurückkehrte und sich für die nächste Reaktion bereitstellte, so bekundet er damit unzweideutig seine Erwartung, die hier mit der Reaktionslust Hand in Hand geht. Zuweilen hatte der Helfer Mühe, vorzeitige Reaktionen zu verhindern. War er aber gesättigt, so setzte eine allgemeine Reaktionsmüdigkeit ein und es bedurfte manchmal eines aufmunternden Zurufes. Im ganzen aber merkte man dem Tiere während der Versuchsvorbereitung den Drang zur Bewegung an, was für seinen muskulären Typus spricht. Ob der Reaktion eine Orientierung vorausging, war bei der gegebenen Versuchsanordnung schwer zu entscheiden. Die Anbringung der Reizkarten über dem Versuchskasten würde die Registrierung der Blickrichtung gestatten und deshalb eine wesentliche Verbesserung bedeuten. Die vorhandenen Daten über das Verhalten vor der Reaktion bieten keine genügenden Anhaltspunkte für die Annahme einer sensoriellen Einstellung.

Zu III. Wie bereits hervorgehoben, wurden die Reaktionen des Hundes durch die konstante Linksreaktion außerordentlich beeinträchtigt. Nur an wenigen Tagen hatte er eine Neigung für rechts. Es ist zu erwarten, daß eine starke sensorielle Einstellung der fehlerhaften Neigung wirksam entgegenarbeiten würde. Der Mangel eines solchen Gegengewichts ist ein weiterer Beweis für den muskulären Typus des Hundes.

Direkte Treffer (Treffer ohne Bewegungswechsel) und direkte Fehler (Reaktionen, die mit Berührung der falschen Tür beginnen) lassen sich deuten 1. als Anwendung der Probiermethode, wenn die direkten Treffer- und Fehlerzahlen übereinstimmen, 2. als spontane Reaktionen bei normaler oder beschleunigter Reaktionsgeschwindig-

keit und relativ hohen Trefferzahlen, 3. als gehemmte Reaktion mit sensorieller Einstellung, wenn die Bewegungen auffallend langsam und die Blicke stetig auf die Reiztafeln gerichtet sind. — Von den 479 direkten Treffern der Serie mit wechselnden Helligkeiten sind 328 Links- und 151 Rechtsreaktionen; ihnen stehen 184 direkte Fehler mit 119 Links- und 65 Rechtsreaktionen gegenüber. Verglichen mit der direkten Fehlerzahl können die direkten Treffer nicht auf Zufall beruhen. Zweifellos erreicht die Zahl der Probierreaktionen unter den direkten Treffern keine 50 Prozent. Daß hingegen unter 69,8 Prozent Gesamttreffern 38,5 Prozent direkte Treffer und ca. $^2/_3$ sämtlicher direkten Treffer und direkten Fehltreffer Linksreaktionen sind, spricht für das Übergewicht der spontan muskulären Unterscheidungen. Neben ihnen aber kommen, wie die Auszählung und Verrechnung der stenographisch besonders angemerkten v e r z ö g e r t e n Reaktionen zeigen, auch sensorielle Einstellungen vor. Unter 35 beobachteten Verzögerungen gab es 83 Prozent Treffer. Ein weiteres Kennzeichen sorgfältigen Beobachtens bei diesen Versuchen ist der seltene Orientierungswechsel. Unter den genannten Versuchen gab es 66 Prozent ohne und 21 Prozent mit nur einmaligem Bewegungswechsel. Der Zeitverlust bei sensorieller Einstellung wird durch eine Ersparnis an Weglänge und Bewegungswechsel wettgemacht. Die qualitative Überlegenheit der sensoriellen Reaktionen drückt sich in unserem Beispiel außerdem durch die erhöhten Trefferprozente aus. Schulkinder und Erwachsene machen bei der Helligkeitsbeurteilung der farblosen Tafeln nur noch sehr selten Fehler, weil ihre Reaktionen im Vergleich zum Verhalten des Hundes einen stark sensoriellen und zugleich spontanen Charakter tragen. Für zukünftige Versuche ist genaue Messung der Reaktionszeiten (mittels Stoppuhr) zu empfehlen, da wir alsdann in dem Quotienten Weglänge : Sekunden einen zahlenmäßigen Ausdruck der Reaktionsgeschwindigkeit gewinnen, welcher der Urteilsvorsicht (sensoriellen Einstellung) umgekehrt proportional ist.

Normale Reaktionsgeschwindigkeit vorausgesetzt, bieten die überflüssigen Weglängen einen brauchbaren Maßstab für die Treffer- und Fehlerzeiten. Nach einer aus der Gedächtnispsychologie bekannten Regel fallen die Trefferzeiten meistens kürzer als die Fehlerzeiten aus. Wir stellen hier zur Nachprüfung stichprobenweise die Treffer- und Fehlerleistungen eines willkürlich herausgegriffenen Tages einander gegenüber.

Trefferreaktion[1] im Mittel 1,5 m überfl. Weg, 2,3×Wechsel,
0,64 m Weglänge : Wechsel,

[1] Nur Trefferreaktionen mit Bewegungswechsel sind in Vergleich gezogen.

Fehlerreaktion im Mittel 3,5 m überfl. Weg, 3× Wechsel, 1,2 m Weglänge : Wechsel,

Fehlreaktionen fordern somit die zwei- bis dreifache Zeit. Die bei ihnen wirkende Hemmung macht sich auch in dem häufigeren Orientierungswechsel geltend. Die Länge des Weges zwischen je zwei aufeinander folgenden Orientierungsstellen hängt von der Annäherung an den Versuchskasten ab. Je mehr sich der Hund dem Ziele vor der Entscheidung nähert, desto stärker ist seine Reaktion gehemmt, desto größer wird auch der Wert Weglänge : Wechsel. Die Ursachen dieser Zusammenhänge sind teils objektive, teils subjektive. So wirkt, wie wir gesehen haben, die schwierige Aufgabe hemmend. Andrerseits macht sich im Laufe eines Versuchstages wie im Laufe der gesamten Versuchsperiode bei steigendem motorischen Antrieb eine wachsende Reaktionsmüdigkeit (Unlust) bemerkbar, welche auf die Reaktionsleistung keineswegs günstig wirkt. Diese Entwicklung geschieht in Übereinstimmung mit dem muskulären, aber entscheidungsverzögernden Grundtypus des Tieres, der durch folgende Übersicht charakterisiert wird:

Unterscheidungsurteil	Einstellung		
	ohne Erwartung	mit Erwartung	
		sensoriell	motorisch
spontan	Vorkommen fraglich	Vorkommen fraglich	Vorkommen wahrscheinlich selten
gehemmt	Vorkommen wahrscheinlich selten	Vorkommen selten oder normal	Vorkommen sehr häufig

Der Zusammenhang zwischen dem innern Verhalten und den äußeren Leistungen des Tieres gewinnt an Klarheit durch eine Parallele mit den Ergebnissen eines Massenversuches an 65 sechs- bis siebenjährigen Schulkindern. Der Massenversuch fand an mehreren Morgenstunden im Klassenzimmer (bei einseitiger Plattenbeleuchtung) statt und umfaßt einschließlich der Versuche mit Raumlagewechsel 14 560 Antworten, wobei nur die Helligkeitsdifferenzen 1 bis 7 in Vergleich gezogen wurden. Es ergaben sich für die

Differenzen	1	2	3	4	5	6	7
	69,8	76	80,3	83,6	87,1	90,1	89,6 Trefferprozente

oder 82,4 Proz. Treffer im Durchschnitt. Dem stehen beim Hund für die Helligkeitsdifferenzen 1—9 62,8 Trefferprozente gegenüber; bei leichteren Aufgabenbedingungen, bei besserer Beleuchtung und größerer Nähe der Reizkarten, bei einem bedeutend höheren Grad

von Übung eine weit schlechtere Leistung. Es liegt nahe, hierfür in erster Linie das Auge des Hühnerhundes, der bekanntlich Nasentier ist, verantwortlich zu machen. Aber auch die Augenschwäche muß ihre psychologische Komponente haben: sie beschränkt das Feld der spontanen Urteile zugunsten der gehemmten Urteile, wie das ungeschulte und unbegabte Ohr dort besondere Anstrengungen machen muß, wo das musikalische Ohr feine Verstimmungen ohne weiteres wahrnimmt. Sodann kommt den Kindern unter den gegebenen Bedingungen der sensorielle Charakter ihrer Einstellung zugute, während die motorische Seite der Reaktion, wie die geringe Zahl der Schreibfehler und Verbesserungen ausweist, außerordentlich reduziert ist. Natürlich treten, wie die fallenden Trefferprozente zeigen, genau so wie beim Hunde mit den schwierigen Aufgaben mehr Hemmungen auf. Während bei kontrastierenden Reizen die starken sensorischen Erregungen für das Zustandekommen des Beziehungsurteils genügen, bedürfen sie bei ähnlichen Helligkeiten noch der Verstärkung durch eine Reihe von Vergleichsmechanismen. Zwar folgen letztere einander nicht mechanisch in einer unabänderlichen Reihe; ihre Anwendung nach Ordnung und Zahl ist vielmehr durch Bedürfnis und Gewohnheit beeinflußt; aber angeregt sind sie — von seltenen und bewußten Ausnahmefällen abgesehen — durch das Bewußtsein des mangelnden sinnfälligeren Unterschiedes. Nach der Art ihrer Anregung sind sie assoziativ, nach Verlauf und Ergebnis könnte man sie in ihrem wechselnden Zusammenhang als innere Probiermethode (das Schrotflintenprinzip zur Straßens, Versuch und Irrtum in der amerikanischen Tierpsychologie) bezeichnen. Die Ausdehnung dieses Prinzips auf die inneren Vorgänge ist es, welche die mittelbaren (gehemmten) Reaktionen als eigentliche Denkfunktionen von den unmittelbaren (spontanen) unterscheidet. Nicht ganz mit Unrecht kann deswegen das Denken, das sich in der Beziehungsreaktion äußert, als eine besondere Entwicklung des Instinkts im weitern Sinne betrachtet werden[1]. Kommt das spontane Urteil infolge zu geringer Kontraste nicht zuwege, so kneift man unwillkürlich die Augenlider zusammen, wodurch die Beleuchtung subjektiv herabgesetzt und die Helligkeitskontraste verstärkt werden[2]. Die wechselnde Blickrichtung erhöht den Erregungsanstieg und verzögert den Abfall. Wenn diese Hilfsmittel nicht zum Ziele führen, greifen zentrale Vorgänge Platz: Abwägen und denkendes Erfassen. So übernehmen, um ein naheliegendes Bild anzuwenden, die Vergleichsmechanismen bei schwach diffe-

[1] Vgl. F. Boden, Die Instinktbedingtheit der Wahrheit und Erfahrung. Berlin 1912. Bibliothek f. Philosophie. Herausgegeben v. L. Stein. 5. Band.
[2] Nach den Untersuchungen von Katz.

renzierten Erregungen die Aufgabe von Verstärkern, die vorher flauen Kontraste werden gehoben. Darum erscheint manchmal nach längerem Vergleich der Unterschied zweier Helligkeiten deutlich und unzweideutig, während er anfangs unbestimmt vorkam.[1]

Angesichts der feststehenden Tatsache, daß Beziehungsreaktionen auch beim Tiere vorkommen, taucht die Frage nach ihrem Verhältnis zu den absoluten Reaktionen auf. Während wir bisher die absoluten Reaktionen stillschweigend als die primitiven und darum primären angesehen haben, muß nunmehr die entgegengesetzte Möglichkeit ins Auge gefaßt werden. In der Tat mehren sich die Stimmen derjenigen, welche die Deutungen der Assoziationspsychologie durch die Erklärungen einer Strukturpsychologie ersetzen wollen. Die Literatur über diesen Gegenstand ist durch Köhlers Versuche an Hühnern, Schimpansen und einem Kinde besonders angeregt worden.[2]

Köhlers optischer Grundversuch führt auf einem neuen Weg zur Bestätigung unsrer Ergebnisse. Auch er benutzte Papiere der Zimmermannschen Helligkeitsskala (mit 50 Nummern) zu Lernversuchen, die dem Tiere die Möglichkeit boten, sich absolut oder relativ einzustellen, also auf das Helle oder Hellere bzw. Dunkle oder Dunklere. Über die wirklich vollzogene Einstellung geben kritische Versuche Aufschluß.

---

[1] Eine Zusammenstellung der sich aus der Selbstbeobachtung ergebenden Fülle von Helligkeitsunterscheidungen in Beilage 4. Bücherei d. Naturwschaftl. Vereins.

[2] Im Sinne der Strukturpsychologie:

M. Wertheimer, Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegungen. Zeitschr. f. Psychol. 61, 1912.

— Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. 1. Prinzipielle Bemerkungen. Psychol. Forschungen 1. 1921.

W. Köhler, Optische Untersuchungen am Schimpansen und am Haushuhn. Abhandl. d. K. Preuß. Ak. d. Wiss. 1915.

— Intelligenzprüfungen an Anthropoiden I, ebda. 1917.

— Nachweis einfacher Strukturfunktionen beim Schimpansen und beim Haushuhn. Über eine neue Methode zur Untersuchung des bunten Farbensystems. Ebda. 1918.

— Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand. Eine naturphilosophische Untersuchung. Braunschweig 1920.

K. Koffka, Die Grundlagen der psychischen Entwicklung. Osterwieck 1921.

In assoziationspsychologischer Auffassung:

Lindworsky, Stimmen der Zeit 95, 1918 u. 97, 1919.

Jaensch, Einige allgemeine Fragen der Psychologie und Biologie des Denkens, erläutert an der Lehre vom Vergleich. Arb. z. Psychol. u. Philos. 1. Leipzig 1920.

K. Bühler, Die geistige Entwicklung des Kindes. 2. Aufl. Jena 1921.

Bei einer solchen Versuchsreihe lernte ein Huhn nach etwa 1000 Einübungsversuchen das Paar 5 und 24 sicher unterscheiden, bis es in 94 Prozent der Fälle die Körner wählte, welche auf Tafel 5 lagen. Nun wurde in sogenannten kritischen Versuchen Tafel 24 (mittleres Grau) mit Nr. 1 (reines Weiß) vertauscht. Das Huhn entschied sich in der Regel für weiß und mied die bisher positive Helligkeit 5. Blieb dagegen Papier 24 in der Versuchsanordnung bestehen und wurde Papier 5 durch Nr. 49 ersetzt, so wurde das bisher negative Grau 24 positiv. Das dressierte Tier wählte so in 77 kritischen Versuchen unter hundert die hellere Tafel und war somit nach Köhlers Auffassung nicht auf die absolute Helligkeit, sondern auf die Struktur eingestellt. Daß wir es hier nicht mit einem Zufallsergebnis zu tun haben, beweisen die übereinstimmenden Resultate an anderen Tieren und mit anderen Versuchsanordnungen. Strukturreaktionen sind hiernach von größerer Bedeutung und weiterer Verbreitung im Tierreich als bisher allgemein angenommen wurde.

Hier die Frage nach der Priorität absoluter und relativer Urteile aufzuwerfen, dürfte dem Sinn der vorliegenden Probleme nicht entsprechen. Viel wichtiger erscheint es, den Bedingungen nachzugehen, welche das Verhältnis der absoluten und relativen Wahlen der kritischen Versuche bestimmen. Köhler hat auch hier schon vorgearbeitet. Er fand eine Häufung absoluter Wahlen dann, wenn die kritischen Versuche möglichst verteilt zwischen bereits eingeübten Lernversuchen auftraten. Waren dagegen die kritischen Versuche von den Lernversuchen, sei es um 10 Minuten oder einen ganzen Tag, getrennt, so überwogen bei weitem die relativen Entscheidungen. Die Tendenz zur absoluten Wahl klingt somit in der Zeit bedeutend schneller ab als die Tendenz zur strukturmäßigen Wahl. Ein Bild von dem Anstieg der absoluten Disposition im Vergleich zur Dressur der Beziehungsreaktion würde man durch stichprobenartig in den Lernprozeß eingeschobene kritische Versuche erhalten. Eine Voraussetzung der kritischen Versuche, die Köhler nicht genügend beachtet hat, ist die Konstanz der Unterscheidbarkeit, da für kritische Versuche mit schwierigen Wahlbedingungen schon aus diesem Grunde geringere Trefferprozente zu erwarten sind.

Ein anderes für die Richtung der Wahl bestimmendes Moment wurde durch Köhler bei Versuchen mit bunten Papieren entdeckt. Er stellte eine Rot-Blaureihe her und lehrte das Tier ein bläuliches Rot von einem rötlichen Blau unterscheiden. Der Schimpanse blieb bei der Wahl der Rotnuance, auch wenn die Helligkeit beider Farben vertauscht oder in kritischen Versuchen transponiert wurde. In einem Falle jedoch, nachdem der Schimpanse längere Zeit in

der rot=blauen Zone gewählt hatte und nun plötzlich im kritischen Versuch ein wärmerer Ton zum Vergleich herangezogen wurde, blieb er bei der absoluten Wahl. Hier scheinen zwei Einflüsse wirksam zu sein, die der näheren Untersuchung bedürfen, einmal die bereits erwähnte Festigkeit der Dressur und zum andern der qualitative (bzw. intensive oder extensive) Abstand des kritischen Reizes von der Dressurzone.

Weiterhin dürfte der absolute Wert des positiven (zu wählenden) Reizes von Bedeutung für die absolute Einstellung sein. Nach verschiedenen Beobachtungen ist es sehr wahrscheinlich, daß die Gegend der „ausgezeichneten Punkte" (reines Weiß, tiefes Schwarz, Urrot, Urgelb usw.) sich dem absoluten Gedächtnis viel besser einprägt als eine Zwischenfarbe. Wenigstens deutete die Vorliebe der Kinder für reine Farben und die Wahl der Gedächtnisfarben darauf hin. Dementsprechend muß es für ein Tier leichter sein, in der Struktur weiß=grau auf weiß, in der Struktur schwarz=grau auf schwarz reagieren zu lernen als umgekehrt und Übergangsfarben werden bei Wiedererkennungsversuchen geringere Trefferprozente erzielen als reine Farben.

Die Endpunkte einer Reihe bilden in vielen Fällen die Anfangspunkte einer andern Reihe. So ist Rot nicht nur der Endpunkt der Blau=Rotreihe, sondern auch der Anfangspunkt der Rot=Gelbreihe; während vom Blau alle Übergänge zum Grün[1] denkbar sind. Nach dem oben angeführten Beispiel aus der Blau=Rotreihe scheinen Transponierungen der Reizverhältnisse über „ausgezeichnete Punkte" hinaus nicht möglich zu sein. Unser auf ein bläuliches Rot dressierter Schimpanse würde also, wenn man ihn in kritischen Versuchen zwischen dieser Farbe und einem gelblichen Rot wählen läßt, wahrscheinlich bei der absoluten Wahl bleiben. Wir befänden uns somit wieder auf dem Gebiete absoluter Unterscheidungen, welches endlich noch durch die ungeheuren Kombinationsmöglichkeiten h e t e r o g e n e r Reize erweitert wird.

Doch bedarf es stets einer kritischen Untersuchung darüber, ob nicht scheinbar absolute Wahlen in Wirklichkeit Strukturwahlen sind. Zum Nachweis bedienen wir uns hier eines theoretischen Experiments in seiner einfachsten Form. Es verwendet im Gegensatz zu den bisher angeführten Strukturversuchen zwei kombinierte Reihen, hier Helligkeits= und Gestaltreihe. Folgende Übersicht der Versuchsanordnung zeigt, wie die besondere Kombination dieser Reihen den Vergleich unterstützen und hemmen kann, wenn das Versuchstier auf Hell= oder Dunkelgrau eingestellt wird.

[1] Falls sich Grün nach den von Köhler angegebenen Methoden als Heringsche Grundfarbe herausstellt.

Vergleich	Reiz-kombination	Lernversuche: Helligkeit des Nahrungsbehälters	Lernversuche: Gestalt des Nahrungsbehälters	Kritische Versuche: Helligkeit des Nahrungsbehälters	Kritische Versuche: Gestalt des Nahrungsbehälters
unterstützt	1	hellgrau	Prisma	weiß (schwarz)	Prisma (Würfel)
	2	dunkelgrau	Würfel	hellgrau (dunkelgrau)	Würfel (Prisma)
normal	1	hellgrau	Prisma	weiß (schwarz)	Prisma
	2	dunkelgrau	Prisma	hellgrau (dunkelgrau)	Prisma
gehemmt	1	hellgrau	Prisma	weiß (schwarz)	Würfel (Prisma)
	2	dunkelgrau	Würfel	hellgrau (dunkelgrau)	Prisma (Würfel)
	3	hellgrau	Prisma	hellgrau	Würfel
	4	dunkelgrau	Würfel	dunkelgrau	Prisma

Wir beschäftigen uns hier mit dem gehemmten Vergleich 3 und 4[1]. Man kann nicht voraussagen, ob das Tier im Sinne der Helligkeits=struktur reagieren wird. Das hängt, außer von den gewählten Helligkeitsnuancen und Formen der Behälter von seiner biologischen Veranlagung ab. Wir sehen hier einen Weg, zu entscheiden, welche Kategorien der Objekte (Farbe, Helligkeit, Sättigung, Gestalt, Größe, Bewegung usw.) für die Wahrnehmung des Tieres von besonderer Bedeutung sind. Angenommen nun, die Helligkeits=struktur erwiese sich in den kritischen Versuchen zerstört, so wäre damit durchaus noch keine absolute Reaktion angezeigt, vielmehr war die Wahl, wie kritische Gestaltversuche dartun können, von der Gestaltstruktur beherrscht worden. Man wird also jedesmal, wenn kritische Versuche nicht im Sinne der erwarteten Struktur ausfallen, nachsehen müssen, ob nicht andre, versteckte Strukturen vorliegen. Das sind wohl der Beispiele genug dafür, daß die Art der Reaktion ganz wesentlich von den objektiven Bedingungen abhängt und die Frage nach der Priorität der Reaktionsarten falsch gestellt ist.

Die Diskussion der Köhlerschen Versuche hat sich nun weniger mit diesen experimentell entscheidbaren Problemen beschäftigt als vielmehr mit dem Wesen des Strukturphänomens. Hier scheiden

[1] In Nr. 1 u. 2 der gehemmten Reaktionen liegen die Verhältnisse noch komplizierter insofern, als bei den kritischen Versuchen außer den Strukturen hellgrau, dunkelgrau und Prisma=Würfel noch die Assoziation hellgrau + Prisma (dunkelgrau+Würfel) zur Geltung gelangt.

sich die Geister. Nach Jaensch, Bühler und Lindworsky sind die Beziehungsprozesse eigenartige Vorgänge auf assoziativer Grundlage. Nach ihrer Theorie würde sich der psychische Mechanismus unseres Hundes bei einer positiven Wahl wie folgt darstellen: Sobald der Blick von der dunklen zur hellen Tafel geht, tritt eine Aufhellung, umgekehrt eine Verdunklung des Blickpunktes ein. Aufhellung und Verdunklung werden als „Übergangserlebnisse" gedächtnismäßig eingeprägt und gehen im Verlauf der Dressur weitere Assoziationen ein. Für die Reaktion werden wirksam

1. die fortschreitende Reihe: Aufhellung — Richtung der Augen zu Ende des Aufhellungsprozesses — Bewegung nach dieser Richtung hin;
2. die rückläufige Reihe: Verdunklung — Richtung der Augen zu Beginn des Verdunklungsprozesses — Bewegung nach dieser Richtung hin.

Beide Assoziationsreihen konvergieren und unterstützen sich. Das Verhältnis ihrer Stärke könnte durch sukzessive Reizreaktionen festgestellt werden.

Gegen diese Deutung wenden die Anhänger der Strukturtheorie ein, daß Übergangserlebnisse auch den geschulten Selbstbeobachtern durchaus nicht immer beim Vergleichen zum Bewußtsein kommen. Was immer auffällt, ist nicht die eine Farbe für sich und auch nicht die andre für sich, sondern das „Zueinander" beider. Tatsächlich läßt sich experimentell nachweisen, daß Farbenstrukturen für die Wahrnehmung reale Wirkungen haben. So bemerkt man den Zusatz einer Farbe zu dem Grau eines Feldes, sobald die Farbschwelle erreicht und solange Hintergrund und Feld von gleicher Helligkeit sind. Macht man aber den Hintergrund heller oder dunkler, so verliert sich der farbige Schimmer des Feldes. Die Verschiedenheitsstruktur hebt somit die Farbschwelle auch dann, wenn sie unbeachtet bleibt und Übergangserlebnisse fehlen. Derartige Erscheinungen lassen sich allerdings auch als Hemmungsvorgänge deuten, die der Assoziationspsychologie ebensowenig fremd sind wie der Strukturpsychologie. — Ähnlich der Frage nach der Priorität der absoluten und relativen Urteile erscheint uns die Alternative „Übergangserlebnistheorie" oder „Strukturtheorie" verfehlt. Man braucht nur an das Verhältnis der Empfindungsintensitäten und Gefühlswirkungen zu erinnern — ein schwaches Süß wirkt angenehm, ein intensives widerlich — um einzusehen, daß die phänomenalen Reizwirkungen einer objektiven Reizreihe durchaus nicht in einer geradlinigen Kurve liegen müssen. Beide Tendenzen können sich also ergänzen und, den veränderten objektiven und subjektiven Bedingungen folgend, einander ablösen.

Denn wir sehen aus dem bisherigen, daß die Helligkeitsvergleichung weder beim Menschen noch beim Tier ein einheitlich verlaufender Akt ist. Es ist nicht leicht, eine Formel zu finden, die für alle vorkommenden Fälle paßt. Wesentlich für sämtliche Formen des Unterscheidens ist die Beachtung zeitlich oder räumlich getrennter Helligkeitsreize, welche durch ein unmittelbares oder mittelbares Urteil aufeinander bezogen werden. Unter den Bedingungen des Experiments war die Helligkeitsvergleichung charakterisiert durch die Erwartung disparater Helligkeitsreize mit der Absicht ihrer Vergleichung sowie durch das mittel- oder unmittelbar den Helligkeitswahrnehmungen sich anschließende Resultatbewußtsein, welches das Verhältnis der disparaten Helligkeitsreize zum Inhalte hat.

Typisch für Mensch und Hund ist das Vorkommen der verschiedenen Reaktionsformen. Beim Menschen

Unterscheidungsurteil	Einstellung mit Erwartung	
	sensoriell	motorisch
spontan	Vorkommen die Regel	Bedarf zum Vorkommen willkürlicher, motorischer Einstellung
gehemmt	Vorkommen normal	

Der Hund dagegen reagiert vorwiegend motorisch und gehemmt. Die Erwartung der Helligkeitsreize setzt bei ersterem vorwiegend sensorielle Kerne der Großhirnrinde, beim letzteren in stärkerem Maße motorische Zentren in Bereitschaft. Nach den Ergebnissen der Reaktionspsychologie stellen motorische Reaktionen eine niedere Bewußtseinsform dar[1]. Somit ist die Helligkeitsvergleichung des Hundes von der des Menschen nicht wesentlich, doch stark graduell und auch typisch verschieden.

Wem von den Lesern die optischen Wahrnehmungsleistungen der Rolf, Lola und andern „denkenden" Hunden bekannt sind, dürfte über das zwar positive, doch bescheidene Resultat einigermaßen erstaunt sein. In der Tat wird man nur mit Rücksicht auf unsre Ergebnisse die geistige Verfassung des Hundes tiefer einzuschätzen haben. Der Ausgleich der Widersprüche, welche in den bisherigen Beobachtungen liegen, muß jedoch der zukünftigen tierpsychologischen Forschung vorbehalten bleiben.

(Eingegangen am 15. September 1921,
als Sonderabdruck herausgegeben am 1. November 1922.)

[1] Vgl. Ebbinghaus, Grundzüge d. Psychologie. I. Bd. S. 777.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Franken August

Artikel/Article: Über die Helligkeitsvergleichung des Hundes 88-135