

Über die Lernfähigkeit der Strandkrabbe (*Carcinus maenas* L.).

Mit einer kritischen Erörterung über das Lernen im Labyrinth im Allgemeinen.

Von H. C. van der Heyde.

Im Anschluß an meinen Versuchen mit *Formica rufa* L.¹⁾ habe ich in der Zoologischen Anstalt der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging einige Experimente mit dem Labyrinth angestellt, das schon von Yerkes²⁾ für Tanzmäuse und im hiesigen Physiol. Institut von Fräulein Eldering³⁾ für *Periplaneta*, und von mir selbst für die rote Waldameise benutzt wurde. Dem Herrn Direktor Dr. H. C. Redeke sei an dieser Stelle mein verbindlichster Dank für sein freundliches Entgegenkommen ausgesprochen.

Über die Lernfähigkeit der Strandkrabbe finden wir in der Literatur schon einige Data, und es war Yerkes⁴⁾, der darüber zuerst ausführliche Untersuchungen angestellt hat. Später⁵⁾ hat er mit G. E. Huggins noch einmal Versuche über dieses Thema veröffentlicht.

Er setzte die Krabben in den in Fig. 1 abgebildeten Apparat, in den dreieckigen Raum, den ich mit A angedeutet habe.

Der Ausgang B war mit einer Glasplatte verschlossen. Täglich wurden die Krabben zweimal gezwungen zwischen der linken und der rechten Tür zu wählen. Anfänglich wählten 50 % der Tiere den linken, 50 % den rechten Ausgang, nach einem Monate aber bevorzugte 90 % den richtigen Ausgang. Zwei Wochen nach Abschluß der Versuche hatten die Tiere die Gewohnheit noch beibehalten, indem 70 % aus dem linken Ausgang herausging.

Fräulein Drzewina⁶⁾ stellte Versuche mit dem in Fig. 2 abge-

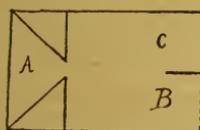


Fig. 1.

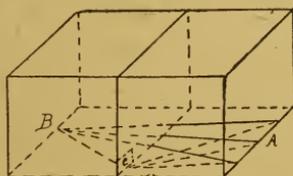


Fig. 2.

1) H. C. van der Heyde, Quelques observations sur la psychologie des fourmis. Arch. Néerl. de physiol. T. IV, p. 259. 1920.

2) Robert M. Yerkes, The dancing mouse. New-York. Macmillan & Co. 1907. S. 184.

3) F. J. Eldering, Acquisition d'habitudes chez les insectes. Arch. Néerl. de Physiol. T. III, S. 469. 1919.

4) R. M. Yerkes, Habit formation in the green Crab, *Carcinus granulatus*. Biol. Bull. Vol. 3, p. 241. 1902.

5) R. M. Yerkes & G. E. Huggins, Habit formation in the crawfish, *Cambarus affinis*. Harvard Psychological Studies. Vol. I. 1903.

6) Anna Drzewina, Les réactions adaptatives chez les crabes. Bull. Inst. Gen. Psych. p. 235. 1908.

Dieselbe. Création d'associations sensorielles chez les Crustacés. C. r. Soc. Biol. LXVIII. 573. 1910.

bildeten Apparate an. Sie benutzte dabei die Art *Pachygrapsus marmoratus*.

Eine Kerze ist in B aufgestellt, das Tier ist nun gezwungen durch C auf B loszugehen. Auch hier zeigten sich die Tiere einer einfachen Assoziation fähig.

Zweitens hat sie Versuche mit dem Einsiedlerkrebse *Clinabarius misanthropus* angestellt. Sie brachte die Tiere ohne Schale in ein Aquarium, in dem sich Schalen befanden, die sie mit einem Korke verschlossen hatte. Nach vielen vergeblichen Bemühungen wurden die Tiere den Schalen gegenüber indifferent.

Spaulding⁷⁾ hat Einsiedlerkrebse (*Eupagurus longicarpus*), die ein ausgesprochenes positiv-phototropes Verhalten zeigen, daran gewöhnt, ihr Futter im Schatten zu suchen. Auch hierzu zeigten die Tiere sich imstande. In bezug hierauf kann ich auch noch auf die Arbeit von Blees⁸⁾ hinweisen, dem es gelang *Daphnia pulex* ihr positiv phototropes Verhalten abzugewöhnen.

Das Vorhandensein eines assoziativen Gedächtnisses bei den Krabben wird aber kräftig von Bethe⁹⁾ geleugnet. Dieser Autor brachte einen *Carcinus* in ein Aquarium, in dem sich im Schatten der große Krabbenfeind, die *Eledone moschata*, befand. Das Tier ging schnurgerade auf die *Eledone* los und ließ sich fangen. Sechsmal wiederholte Bethe das Experiment, und sechsmal wurde das Tier gefangen. Auf Grund dieser Tatsache leugnet Bethe das Vorhandensein eines assoziativen Gedächtnisses bei den Krabben.

Auch folgendes Experiment wird von ihm angeführt: Er züchtigte die Tiere jedesmal, wenn sie Futter zu sich genommen hatten, und hoffte ihnen offenbar in dieser Weise das Fressen abzugewöhnen. Das könnten die Tiere begreiflicherweise nicht lernen.

Die Erwartung Bethe's, daß man den Krabben in 5—6 Experimenten Fundamentalinstinkte, wie Hunger und Leukophobie, abgewöhnen können müsse, ist doch wohl unberechtigt; seine Experimente beweisen das Fehlen eines assoziativen Gedächtnisses noch ganz und gar nicht.

Eine schöne Arbeit aus dem Jahre 1915 hat für unsere Auffassung noch mehr Material angebracht. Schwartz und Safir¹⁰⁾ haben darin drei Fragen zu lösen versucht für die Krabbe *Uca pugilator*.

- a) Ist *Uca* imstande ein einfaches Labyrinth zu erlernen?
- b) Erhält sich diese Gewohnheit während einiger Zeit?
- c) Kann das Tier diese erlernte Gewohnheit wieder ablernen?

7) E. G. Spaulding, An establishment of association in hermit crabs, *Eupagurus longicarpus*. Journ. of comp. Neur. and Psych. Vol. 14, p. 49. 1904.

8) G. H. J. Blees, Phototropisme et expérience chez la Daphnie. Arch. Néerl. de Physiol. T. III, p. 279. 1919.

9) Albrecht Bethe, Das Zentralnervensystem von *Carcinus maenas*. II. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 51, S. 447. 1898.

10) Benjamin Schwartz u. S. R. Safir, Habit formation in the fiddler crab. Journ. of animal behaviour. Vol. 5, p. 226. 1915.

Sie benutzten dabei ein Labyrinth, ungefähr von der Form, wie es von Yerkes benutzt worden war. Ihr Resultat war, daß die Tiere zum Lernen imstande waren, daß Gesicht und Tastsinn dabei die größte Rolle spielten, daß sie ihre Gewohnheit während mindestens zehn Tagen beibehielten, und schließlich daß die Gewohnheit wieder abgelernt werden konnte, wobei aber das vorhergegangene Erwerben der Gewohnheit keinen Einfluß auf die späteren Versuche hatte.

Schließlich hat noch Cowles¹¹⁾ Assoziationsversuche mit Krabben angestellt, welche mir aber leider nicht zugänglich sind.

Als eine Erweiterung unserer Kenntnisse über die Lernfähigkeit der Krabben, zweitens aber in der Absicht, in dieser Weise ein Vergleichsmaterial zusammenzubringen, stellte ich im Sommer 1918 einige Experimente mit dem Labyrinth B von Yerkes an. Das Labyrinth bestand aus einem rauh-hölzernen Boden, in dem senkrecht Glasplatten aufgestellt waren in der Weise, wie man es z. B. in Fig. 3 sehen kann.

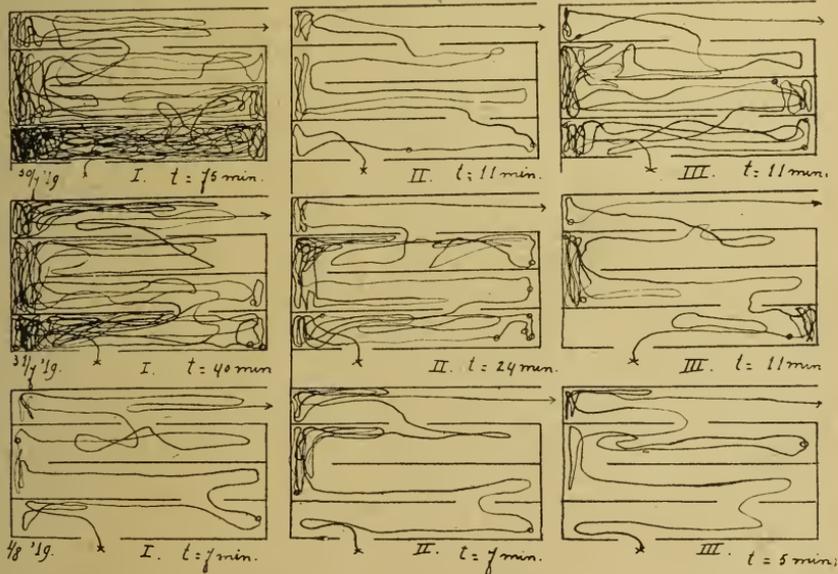


Fig. 3.

Die *Carcinus maenas* ist eine Tierart, die an der niederländischen Küste, wie wohl überall in Europa, sehr häufig vorkommt. In ihrem natürlichen Milieu sind sie sehr oft gezwungen, sich aus schwierigen Verhältnissen heraus zu retten, und ihren Weg zwischen Felsen u. s. w. zu finden. Von vornherein erwartete ich also ein sehr schnelles Lernen, die Experimente haben mir wohl ein Lernen, aber nicht ein sehr schnelles gezeigt.

11) P. R. Cowles, Habits, reactions and associations in Ocyпода arenaria. Papers from the Tortugas Laboratory of the Carn. Inst. of Washington. 1908.

Die Tiere wurden in einem großen Aquarium gehalten, nachdem ich sie auf dem Rücken mit einem Zeichen versehen hatte. Die Versuche wurden mit regelmäßigen Zwischenperioden angestellt. Das Auffällige bei allen diesen Versuchen war, daß die Tiere immer die instinktive Tendenz beibehielten, sich in irgendeinem Winkel zwischen zwei Glasplatten des Labyrinthes ganz bequem zu installieren und sich um die ganze Sache nicht weiter zu kümmern. Dauerte dieser Aufenthalt zu lange, so gab ich ihnen senkrecht — also ohne eine bestimmte Richtung anzugeben — einen kleinen Stoß, ein Verfahren, das in den verschiedensten Formen von zahlreichen Autoren, wie Yerkes, Buytendyk¹²⁾ und Eldering angewendet worden ist. Nach Beendigung des Versuches gab ich den Tieren, die die ganze Nacht gehungert hatten, ein Stückchen eines Fisches als „reward“.

In den Versuchen wurden also die Tiere aufs äußerste stimuliert; zu gleicher Zeit wurde „reward“ und „punishment“ angewendet. Während von Hunger gar nicht die Rede war — Hunger wird z. B. von Yerkes als ein sehr unbrauchbarer stimulus betrachtet, indem er sagt¹³⁾: „The desire for food is unsatisfactory as a motive in animal behaviour work, first, because a condition of utter hunger (überhaupt ist ein solcher Zustand von utter hunger bei den Krabben nicht leicht hervorzurufen) is unfavourable for the performance of complex acts, second, because it is impossible to control the strength of the motive, and finally, because it is an inhumane method of experimentation“ —, war ihnen das Stück Fisch doch immer sehr willkommen. Als „punishment“ kann man die Stöße betrachten, und sie gewissermaßen den elektrischen Reizen gleich stellen, die Yerkes und Eldering benutzt haben.

Diese Kombination von „reward and punishment“ ist, wie die Arbeit von Hoge und Stocking¹⁴⁾ zeigt, die wirksamste. Wendet man eine der beiden an, so muß man die Strafmotive den Belohnungsmotiven vorziehen.

Fig. 3 stellt eine der gut gelungenen Versuchsserien dar. Man sieht, wie das Tier, sei es denn auch langsam, seinen Weg im Labyrinth zu finden lernt; dabei sieht man die Zahl der gemachten Fehler merklich abnehmen. Mit einem Zeichen (\ominus) habe ich angegeben, wo das Tier in der oben angegebenen Weise stimuliert wurde.

Wenn man die Figur genau studiert, so fällt es auf, daß das Tier sich offenbar mit Vorliebe in der linken Hälfte des Apparates aufhält. Auch in den anderen Serien ist das sehr auffällig. Ich habe dafür diese Erklärung: das Labyrinth befand sich in einem großen hölzernen Aquarium, das von einem linksseitigen Fenster beleuchtet wurde. Auf

12) F. J. J. Buytendyk, Instinct de la recherche du nid et expérience chez les crapauds. Arch. Néerl. de Physiol. T. II, p. 1. 1917.

13) Yerkes, Dancing Mouse. p. 99.

14) M. A. Hoge u. R. J. Stocking, A note on the relative value of punishment and reward as motives. Journ. of animal behaviour. 2, p. 43. 1912.

dieser Weise war der linke Teil des Labyrinthes ein wenig dunkler als der rechte, so daß dasjenige, was wir in der Figur sehen, eine schöne Demonstration der instinktiven Tendenz der Krabben für dunkle Ecken ist.

Da es natürlicherweise unmöglich ist, hier alle Versuchsserien zu reproduzieren, gebe ich hier unten eine Tabelle, in der ich die Zeit, die das Tier jedesmal in dem Labyrinth verbracht hat, eingetragen habe.

Tabelle I¹⁵⁾.

Tier Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	Mittel
Tag	Versuch									
1	1	a	a	75	a	51	85	40	50	60.0
	2	22	20	11	37	22	63	35	55	33.1
	3	12	46	11	—	9	33	12	40	23.3
2	1	25	10	40	11	9	71	40	43	31.1
	2	10	20	24	18	10	35	30	48	24.4
	3	5	12	11	14	5	15	18	46	15.7
3	1	8	12	7	15	8	18	21	61	18.8
	2	7	6	7	12	6	20	15	43	14.5
	3	5	8	5	10	3	10	10	52	12.9
4	1	—	12	—	19	6	5	4	—	9.2
	2	—	11	—	14	4	8	2	—	7.8
	3	—	7	—	10	2	3	1	—	4.6
5	1	—	7	—	13	3	4	—	—	6.7
	2	—	5	—	9	2	2	—	—	4.5
	3	—	4	—	4	1	—	—	—	3.0

Wenn man diese Resultate mit denjenigen vergleicht, die andere Autoren mit anderen Versuchstieren erreicht haben, so sind im besonderen zwei Tatsachen sehr auffällig.

Erstens ist die Lernfähigkeit der Krabbe eine geringere als die der meisten andern Tiere. In Fig. 4 habe ich auf derselben Skala zurückgebracht dargestellt: in A die Kurve von Yerkes für die Tanzmäuse, in B die Kurve aus den Datis, die Fräulein Eldering mir freundlich zur Verfügung gestellt hat, in C habe ich die Zahlen der Tabelle graphisch dargestellt, in D gebe ich die Kurve für *Formica rufa*. Deutlich sieht man, wie die Krabben in Lernfähigkeit hinter den andern Tieren zurückstehen.

Zweitens sind auch die individuellen Verschiedenheiten bei diesen Tieren viel weniger ausgesprochen, als es bei den andern Tieren der

15) Die Zeit ist in Minuten angegeben. Mit dem Zeichen a habe ich angegeben, wo ich das Tier durch das Labyrinth hindurch geholfen habe. Die Kurve gibt einfach das arithmetische Mittel sämtlicher Zahlen; man soll ihr also keinen absoluten Wert zuerkennen, weil es sonst besser gewesen wäre, die Zahlen von Tieren, wie 8, durch die Methode der kleinsten Quadrate zu eliminieren.

Fall ist. Nur das Tier 8 in der Tabelle ist ein etwas abweichendes. Ich glaube aber, daß, wenn nur die Zeit, die mir in der Zoologischen Anstalt zur Verfügung stand, eine längere gewesen wäre, auch die Lernweise dieses Tieres denselben Verlauf gezeigt haben würde. Übrigens sieht man, daß alle Serien eine große Einförmigkeit zeigen.



Fig. 4.

angefertigt worden, die Kurve B von Eldering gibt die Tagesmittel.

Fehler, die sich täglich wiederholen, ohne daß man eine bestimmte Ursache dafür anzugeben weiß, habe ich in diesen Versuchen nicht bemerkt. Diese merkwürdige Erscheinung, daß dieselben Fehler sich bis zu den letzten Versuchen wiederholen, und auf die schon manche Autoren¹⁶⁾ hingewiesen haben, ist noch nicht genügend erklärt, so daß man auf ihre psychologische Deutung bis jetzt verzichten muß.

Das Benehmen der Tiere in dem Labyrinth hat mich zu der Vermutung geführt, daß ihr Lernen hauptsächlich auf kinästhetischem Wege stattfand. Ihr Gesichtssinn scheint dabei nicht an erster Stelle in Betracht zu kommen; nie machten sie auf mich den Eindruck, daß sie die Öffnung der Gänge sahen. Wohl muß man hierbei aber Rücksicht nehmen auf die Tatsache, daß die vertikalen Wände aus Glas bestanden, was ihnen natürlich das Sehen der Öffnungen erheblich erschwerte.

16) Siehe z. B. F. J. J. Buytendyk, *Instinct de la recherche du nid* l. c.

Das Problem der Lernfähigkeit ist sehr innig mit zahlreichen andern tierpsychologischen Problemen verknüpft, und sehr viele Auffassungen werden über die psychologische Deutung der „habit formation“ vertreten.

Die mechanistisch denkenden Forscher, wie Loeb und Bohn¹⁷⁾, erklären die Lernfähigkeitsphänomene durch Tropismen, Unterschiedsempfindlichkeit und assoziatives Gedächtnis. Infolge der Wiederholung derselben sensomotorischen Empfindungen sollen sich im Gehirn der Versuchstiere bestimmte Engramme bilden, die ihren Einfluß auf die weiteren Experimente geltend machen. Eine rein neurophysiologische Erklärung würde sich in dieser Weise von allen Lernfähigkeitserscheinungen ergeben.

Noch radikaler stehen in dieser Hinsicht die Ansichten Bethe's, der wenigstens den Anthropoden ganz entschieden alle Lernfähigkeit abspricht¹⁸⁾. Nach ihm sind die Tiere Reflexmaschinen ohne weiteres.

Ganz andere Auffassungen vertreten vitalistisch denkende Forscher, wie z. B. Schneider¹⁹⁾ und Buytendyk²⁰⁾, gewissermaßen auch Erich Wasmann²¹⁾.

Nicht das geringste in den tierischen Handlungen kann man nach ihren Auffassungen auf physikochemische Erscheinungen restlos zurückführen, selbst bei den allereinfachsten psychischen Prozesse soll man zu einer psychologischen Deutung greifen müssen. Sogar den allereinfachsten Wahrnehmungsprozeß kann man eben darum nicht „nur physiologisch“ erklären, indem immer neben den objektiven Datis (z. B. dem Reize) auch die „Gegenwelt (Schneider)“ des Tieres eine Rolle spielt. Diese sensomotorische Gegenwelt, die man sich etwa als den psychischen Strukturtypus denken soll, ändert sich während dem Leben des Individuums fortwährend, wobei oft scheinbar ganz unbedeutende Sachen eine gänzliche Umstimmung hervorzurufen imstande sind. Das Lernen wäre also eine durch Übung hervorgerufene Änderung der „meaning“ bestimmter Wahrnehmungskomplexe²²⁾.

Bevor wir mit der Besprechung der eigentlichen Lernfähigkeit anfangen, soll zuerst der große Unterschied zwischen ihr und der Adaptation ins Licht gestellt werden. Washburn²³⁾ unterscheidet zwei Formen von Änderung von „behaviour“:

17) Siehe z. B. Georges Bohn, La nouvelle psychologie animale. Bibl. phil. contemp. Paris, Félix Alcan. 1911.

18) Siehe z. B. August Bethe, Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben? Arch. f. d. ges. Physiol. 70, S. 15—100. 1898.

19) Karl Camillo Schneider, Vorlesungen über Tierpsychologie. Leipzig. Engelmann. 1909. Derselbe, Tierpsychologisches Practicum. Leipzig. Veit & Co. 1912.

20) F. J. J. Buytendyk, Proeven over gewoontevorming by dieren. Wed. G. van Soest. 1918. Amsterdam.

21) Erich Wasmann, S. J., Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Stuttgart. E. Schweizerbart. 2. Aufl. 1909.

22) F. J. J. Buytendyk, L'instinct d'alimentation et expérience chez les crapauds. Arch. Néerl. de Physiol. T. II, p. 217. 1917.

23) Margaret Floy Washburn, The animal mind. New-York. Macmillan. Second edition. 1917. p. 246.

- a) Änderungen infolge ziemlich lang nachwirkender Reizen (learning, das eigentliche Lernen).
- b) Änderungen als Folge des momentan abgeänderten physiologischen Zustandes des Organismus (adaptation, Ermüdungserscheinungen).

Als zu den letzteren gehörend muß man nach Buytendyk²⁴⁾ wahrscheinlich die Erscheinungen der von Smith²⁵⁾ und Day und Bentley²⁶⁾ behaupteten Lernfähigkeit des *Parameciums* betrachten.

Daß es sich hier um eine Erschlaffungserscheinung handelt als Folge der Anhäufung von CO_2 in dem Körper des *Parameciums*, erscheint nunmehr sehr wahrscheinlich: hier gerade hat man ein Beispiel von Adaptation, d. h. eine Änderung von „behaviour“ als Folge vorübergehender physiologischer Zustände des Organismus. Daß eine Ameise nicht dabei beharrt die Kampfstellung gegen einen drohenden Finger anzunehmen wie Wasmann berichtet, auch dies ist ein Phänomen derselben Kategorie, ebenso die Erscheinung, daß eine *Actinie* sich durch einen fallenden Tropfen anfänglich zum Zusammenziehen bringen läßt, später aber nicht mehr²⁷⁾. Alle diese Erscheinungen haben mit den Ermüdungserscheinungen eben diese Ähnlichkeit, daß sie dem augenblicklich veränderten physiologischen Zustande des Körpers zu verdanken sind.

Die experimentellen Methoden, deren man sich zur vergleichenden Prüfung der Lernfähigkeit der Tiere bedient, kann man nach dem Beispiele der amerikanischen Forscher am besten in drei Gruppen einteilen:

A. Problem-methods. Den Versuchstieren wird hierbei ein einfaches Problem, wie z. B. das Öffnen einer Türe mit einem Hebel, zur Lösung gegeben. Um ihre Aufmerksamkeit auf den Sachverhalt zu lenken, wird ihnen dabei oft Futter vorgehalten. Eines der gebräuchlichsten Apparate ist hierbei der sogenannte „Problem-box (Vexierkasten)“ von Thorndike. Es ist dies ein einfacher Kasten, aus dem das Tier durch die Stäbe hinaussehen kann. Den Öffnungsmechanismus kann man dabei in mancherlei Weise variieren. Mit diesem problem-box sind schon manche Tiere, wie z. B. Affen²⁸⁾,

24) F. J. J. Buytendyk, Acquisition d'habitudes par des êtres unicellulaires. Arch. Néerl. de Phys. T. III, p. 455. 1919.

25) Stevenson Smith, The limits of educability in *Paramecium*. Journ. of comp. Neur. and Psychol. Vol. 18, p. 499. 1908.

26) L. M. Day u. M. Bentley, A note on learning in *Paramecium*. Journ. of animal behaviour. Vol. I, p. 67. 1911.

27) H. S. Jennings, Modifiability in behaviour. 1. Behaviour in seaanemones. Journ. of exp. zool. Vol. II, p. 447. 1905.

28) Thorndike hat mit dem problem-boxe viele Tiere untersucht. Siehe z. B. E. L. Thorndike, Animal intelligence: experimental studies. New-York. 1911. Derselbe, The mental life of monkeys. Psych. Rev. Monogr. Supp. Nr. 15. Siehe auch A. J. Kinnaman, Mental life of two *Macacus rhesus* monkeys in captivity. Am. Journ. of Psych. Vol. 13, p. 98, 173. 1902.

Hunde²⁹⁾, Waschbären³⁰⁾, Ratten³¹⁾, Sperlinge³²⁾ u. s. w. auf ihre Intelligenz geprüft. Der große Nachteil aller dieser Problemmethoden bleibt aber, daß die Probleme immer den psychischen Fähigkeiten der zu untersuchenden Tierart genau angepaßt sein müssen, und daß man sie eben darum zu vergleichenden Studien nicht benutzen kann. „There are problems and problems“, hat bereits Yerkes gesagt“, a condition or a situation, which presents a problem to one organism, may utterly lack interest for an organism of different structure and behaviour“³³⁾. Wichtig ist auch die Bemerkung Köhler's (zit. auf der letzten Seite), der darauf hingewiesen hat, daß bei dem Vexierkasten das Problem für das Tier gar nicht übersichtlich ist, daß also diese Methode nicht zum Studium der „Einsicht“ benutzt werden kann.

Viele andere Probleme lassen sich mit dem Problem-box experimentell prüfen; ich nenne hier nur das Nachahmungsproblem, über das schon viele interessante Beobachtungen gemacht worden sind.

Obgleich aber die Vexiermethode für Säugetiere gewisse Vorzüge hat, scheint sie mir aber für Evertelbraten nicht brauchbar, erstens weil wir über deren psychischen Fähigkeiten, besonders die Wahrnehmungsvorstellungen, noch so ungenügend unterrichtet sind, zweitens aber weil ihr Strukturtypus Vexiervorrichtungen schwierig ausführbar macht.

B. Discrimination-methods. Auch diese Methode, wobei man die Tiere in einem sog. discrimination-box zwischen zwei Richtungen, die durch bestimmte Merkmale verschieden sind, wählen läßt, während alle andere Versuchsbedingungen aufs sorgfältigste symmetrisch gehalten werden, kann zur Prüfung der Lernfähigkeit angewendet werden, und bei der Tanzmaus hat sie sich nach Yerkes als die meist geeignete gezeigt. Die andern Methoden waren, nach seiner Meinung, nicht sufficiently simple, easy of control, and uniform as to conditions. Meistens aber verfährt man gerade in der umgekehrten Weise, indem man an einer bestimmten Tierart, von der man weiß, daß sie sich zu derartigen Versuchen eignet, das sinnliche Unterscheidungsvermögen (sensory-discrimination) für Farben, Dufte, Klänge u. s. w. untersucht. Auch diese Methode ist zu vergleichenden Versuchen nicht leicht anwendbar weil die Sinnesqualitäten (Ettlinger) sehr stark auseinander liegen können.

C. Labyrinth-methods. Der große Vorzug der Labyrinthmethoden ist ihre Anwendbarkeit auf fast alle Tierarten, zweitens die

29) H. de Jong, Recherches sur la formation d'idées chez le chien. Arch. Néerl. de Physiol. T. III, p. 491. 1919.

30) L. W. Cole, Concerning the intelligence of raccoons. Journ. comp. Neur. and Psych. Vol. 17, p. 211. 1907.

31) S. Small, An experimental study of the mental processes of the rat. Am. Journ. Psych. Vol. 2, p. 133. 1899.

32) J. P. Porter, A preliminary study of the psychology of the English sparrow. Am. Journ. Psych. Vol. 15, p. 313. 1904.

33) R. M. Yerkes, Dancing Mouse, p. 201.

fast unendliche Modifizierbarkeit des Apparates. Von einem einfachen T-Gang ab, wie ihn Yerkes für *Lumbricus* und *Allolobophora* benutzte³⁴⁾, bis zu dem verwickelten, zuerst von Small³⁵⁾ für Ratten benutzten, Hampton-Court-Maze, läßt sich eine kontinuierliche Reihe von immer komplizierteren Labyrinthensätzen zusammensetzen und die Vergleichung der Resultate mit verschiedenen Labyrinthtypen, wie sie Yerkes für die Tanzmaus ausgeführt hat, führt zu den interessantesten Resultaten.

Das Fundament des Lernens im Labyrinth bildet the dropping out of useless movements, ein Prozeß, der ganz dem Gesetze der Energieökonomie folgt. Szymanski³⁶⁾ faßt es unter dem Prinzip der kürzesten Bahn in der tierischen Handlung. Hierzu sollen die Tiere stimuliert werden; es muß bei ihnen der Drang vorhanden sein, sich aus dem Labyrinth herauszufinden. „It is n. clear, that the value of the test depends only upon the desire of the organism to escape from the maze“³⁷⁾. Diese Anregung kann man in den verschiedensten Weisen vornehmen, meistens aber wird den Tieren ein mäßiger elektrischer Schlag zugebracht. Daß ein mäßiger Schlag bessere Resultate auf liefert als härtere Strafen, zeigte schon Yerkes für die Tanzmaus, und ist seitdem von manchen Autoren dargetan. Für Hunde kann man nach Hamilton diese Methode der Anregung ganz und gar nicht anwenden. Die Schnelligkeit, mit der ein Tier sich in einem Labyrinth zurechtfindet, wird also nicht nur durch die Lernfähigkeit des betreffenden Tieres bestimmt, sondern auch durch das Interesse, das die Tiere ihrer Befreiung entgegenbringen; sie ist also ohne weitere Betrachtungen kein objektives Kriterium für die Lernfähigkeit. Und gerade die *Carcinus* kann man betrachten als das Beispiel eines Tieres, dem es nahezu gleichgültig bleibt, ob es herauskommt oder nicht.

Man kann die Resultate der Labyrinthversuche in dreierlei Weise darstellen: erstens kann man sich genau die Zeit notieren, die das Tier in dem Labyrinth verbringt, zweitens aber kann man die „errors“ als Maßstab benutzen, drittens kann man die Wegelängen mit einem Zyklometer ausmessen. Yerkes erklärt die erste Methode als „valueless“ und hat immer die zweite angewendet. Bei meiner Arbeit über die Ameisen ist es mir aber klar geworden, daß auch diese nach Yerkes so unpraktische Methode gute Resultate geben kann, während es immer eine große Schwierigkeit der „error“-Methode bleibt, das ein Fehler von ganz anderer Beschaffenheit sein kann als der andere. Als eine sehr auffällige Tatsache hat sich bei den Labyrinthversuchen heraus-

34) R. M. Yerkes, The intelligence of earthworms. Journ. of animal behaviour. Vol. 2, p. 332. 1912.

35) W. S. Small, An experimental study of the mental processes of the rat. II. Am. Journ. of Psych. Vol. 12, p. 206. 1900.

36) J. S. Szymanski, Das Prinzip der kürzesten Bahn in der Lehre von der tierischen Handlung. Biol. Zentralbl. Bd. 37, S. 382. 1917.

37) Yerkes, Dancing Mouse, p. 200.

gestellt, daß verschiedene Labyrinthen für verschiedene Tierarten ganz verschiedene Schwierigkeiten geben. So ist z. B. in noch unpublizierten Versuchen aus diesem Laboratorium gezeigt worden, daß Mäuse das komplizierte Hampton-Court-Maze viel leichter erlernen als ein nach unsern Auffassungen viel einfacheres Labyrinth. Ein vergleichendes Studium in dieser Richtung für die Tanzmaus hat Yerkes angestellt, wobei er auch Männchen und Weibchen verglichen hat.

Bei dem Erlernen eines Labyrinthes ist es sehr auffällig, daß zuerst die Fehler am Ende des Weges korrigiert werden. Das versteht sich sehr leicht aus der größern Wahrscheinlichkeit einer Assoziation zwischen dem naheliegenden Fehler mit der Empfindung des Erreichens des Zieles.

Dazu kommt noch eine zweite merkwürdige Erscheinung, auf die ich in meiner Arbeit über die Ameisen schon hingewiesen habe. Wenn man genau den Weg studiert, den ein Tier in einem Labyrinth zurückgelegt hat, so ist es sehr auffällig, daß in den ersten Gängen weitaus die meisten Fehler gemacht werden. Ich habe hieraus die Schlußfolgerung gemacht, daß die Tiere auch während jedem Versuche lernen, d. h. daß das Tier die Erfahrungen, die es in den ersten Gängen gemacht hat, in den folgenden schon benutzt.

Wenn wir jetzt einige Resultate von Labyrinthversuchen vergleichen wollen, und dabei erstens die Mäuseversuche von Yerkes, zweitens die Versuche von Eldering mit *Periplaneta*, und drittens die meinigen mit den Ameisen und mit *Carcinus* in Betracht ziehen, so handelt es sich in allen diesen Fällen wohl um Tiere, die man nicht gerade zu den Gesichtstieren rechnen kann. *F. sanguinea* ist wohl unter den Ameisen am meisten Gesichtstier, aber der Geruch spielt doch bei den Ameisen weitaus die wichtigste Rolle. Alle diese Tiere lernen hauptsächlich auf kinästhetischem Wege; es sind die Bewegungskomplexe, die, einmal ausgeführt, festgehalten werden, wobei die unnützen Bewegungen nach dem oben erwähnten Prinzip der kürzesten Bahn in der tierischen Handlung ausgeschaltet werden. Die Weise, worauf diese ausgeschaltet werden, ist noch nicht in jeder Hinsicht psychologisch erklärt worden. „Trial und error“, dieses allgemeine von Jennings aufgestellte Prinzip des Erlernens bei den niederen Tieren, möge eine große Rolle spielen, sie erklärt aber nicht alles. Wenn das Tier immer auf seinem Wege eine bestimmte Schlinge gemacht hat, z. B. einen Abstecher in einen toten Gang, und dann nachher diesen Fehler korrigiert, so erklärt sich das nicht durch trial and error ohne mehr. Denn das Tier hat entweder nie den richtigen Weg gemacht, oder wenn es zufällig einmal die Schlinge unterlassen hat, so hat es nicht unmittelbar den nützlichen Effekt dieser Handlung verspürt, weil ihm vielleicht in der folgenden Abteilung wieder viele Schwierigkeiten begegnet sind. Somit erscheint es wahrscheinlich, daß dabei noch ganz unbekannte sensomotorische Erscheinungen eine Rolle

spielen, über deren Wirkungsweise wir nur noch Ahnungen haben können.

Wie ich sagte, kann uns die Übereinstimmung der Resultate mit den vier Versuchstierarten keineswegs wundern; alle vier lernen sie auf kinästhetischem Wege, das Gesicht spielt bei allen vier nur eine geringe Rolle; nur kann man bei den Krabben eine etwas geringere Lernfähigkeit feststellen, deren Gründe ich oben schon auseinandergesetzt habe.

Das auffallende ist aber, daß Tiere in verschiedener Höhe der phylogenetischen Reihenfolge dennoch nicht ein schnelleres oder „höheres“ Lernvermögen haben. Die einfache Darwinistische Erklärung der Tierseele reicht hier also nicht aus.

Vergleicht man aber diese Resultate mit denjenigen, die mit Menschen erreicht wurden³⁸⁾, so fällt unmittelbar der große Unterschied auf. Der Mensch (wenigstens der erwachsene Mensch) lernt durch Abstraktion, sein Lernen beweist die Anwesenheit einer analysierenden und einsichtlichen Intelligenz, wiewohl auch die tierische Weise des Lernens natürlich dem Menschen nicht fehlt. Die Lernfähigkeit der Tiere muß man betrachten als ein zweckmäßiges Adaptationsbestreben an den wechselnden Bedingungen der Außenwelt, das mit dem Instinkte in intimem Zusammenhang steht. Inwieweit eine Kluft zwischen dem Lernen von Tier und Mensch besteht, und ob vielleicht die Anthropoiden ein Übergangsstadium bilden³⁹⁾, werden künftige Untersuchungen aufweisen müssen, bis jetzt ist auch diese Frage noch keineswegs gelöst.

Amsterdam, den 26. März 1920. Physiol. Labor. der freien Universität.

Wie erfolgt die Bestäubung der Mistel; scheiden ihre Blüten wirklich Nektar ab?

Mit 1 Abbildung.

Von E. Heinricher.

Mit diesen Fragen beschäftigte sich schon meine im Vorjahre in der Flora¹⁾ erschienene Abhandlung „Ist die Mistel (*Viscum album* L.) wirklich nur Insektenblütler?“ Ich kam auf Grund des zweimal durch-

38) Siehe z. B. Vinnie C. Hicks and H. A. Carr, Human reactions in a maze. Journ. of animal behaviour. Vol. 2, p. 98. 1912.

39) Siehe z. B. W. Köhler, Intelligenzprüfungen an Anthropoiden. I. Abhandl. Königl. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1917. Phys.-math. Klasse. Nr. I.

R. M. Yerkes, The mental life of monkeys and apes. A study of ideational behaviour. Behav. Monogr. III, I. 1916.

Karl Bühler, Die geistige Entwicklung des Kindes. Jena. Fischer. 1918.

1) Neue Folge, Bd. XI, 1919, S. 155. Man vergleiche auch: E. Heinricher, „Ein Versuch Samen, allenfalls Pflanzen, aus der Kreuzung einer Laubholzmistel mit der Tannenmistel zu gewinnen.“ (Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 37, 1919, S. 392.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Heyde H. C. van der

Artikel/Article: [Über die Lernfähigkeit der Strändkrabbe \(*Carcinus maenas* L.\). 503-514](#)