

41. Die operante Konditionierung von Ratten

HANS-JOACHIM BISCHOF

Lehrstuhl für Verhaltensphysiologie der Universität Bielefeld

Den Begriff «Lernen» verwendet man in der Biologie für Prozesse, bei denen ein Tier entweder durch die Verarbeitung von Informationen aus der Umwelt angeborene Verhaltensmuster der spezifischen Situation anpaßt oder bei denen es neue, für die Lösung eines speziellen Problems notwendige Verhaltensweisen erwirbt und für die Bewältigung von später auftretenden gleichartigen Problemen speichert. Da Lernvorgänge einen sehr unterschiedlichen Komplexitätsgrad haben können, wurde vielfach versucht, verschiedene Lernkategorien zu bilden. Die einfachste Form stellt die Gewöhnung dar, die nach mehrmaliger Wiederholung eines Reizes das Erlöschen der zugehörigen Reaktion des Tieres bewirkt, als komplizierteste Kategorie wird dagegen das «Lernen durch Einsicht» angesehen, das sich dadurch auszeichnet, daß Tiere komplizierte Verhaltensfolgen gleichsam durchdenken, bevor sie handeln. Wichtig für jede Lernleistung ist es, daß das Tier für seine Handlung belohnt wird, sei es dadurch, daß es eine Belohnung (z. B. Futter) erhält, oder nur dadurch, daß es durch sein Handeln seine Umweltbedingungen verbessert oder einer drohenden Verschlechterung dieser Bedingungen entgeht. Diese Belohnungsabhängigkeit der Lernleistungen ist besonders bei der operanten Konditionierung deutlich. Bei dieser Lernform werden einzelne Verhaltensweisen selektiv verstärkt und dadurch gegenüber dem normalen Ablauf, z. B. in der Frequenz ihres Auftretens, verändert. Es ist deshalb nicht möglich, die Verhaltenselemente selbst zu untersuchen. Mit bestimmten Versuchsanordnungen können dagegen sehr gut Aussagen über Leistungen des Zentralnervensystems und der Sinnesorgane gemacht werden, was sich vor allen Dingen die biologische Forschungsrichtung zunutze macht. Die mehr psychologisch orientierte Forschung studiert an der operanten Konditionierung überwiegend Lernphänomene und Einflüsse der Umwelt auf Lernleistungen. Die verschiedenen Fragestellungen bedingen eine Vielzahl unterschiedlicher Versuchsaufbauten, die aber im Prinzip alle ähnlich arbeiten wie die von

Skinner entworfene »klassische« Apparatur zur operanten Konditionierung, die sogenannte «Skinner-Box».

Für die Erarbeitung der Grundlagen der operanten Konditionierung ist es wichtig, das von Skinner aufgestellte und von anderen Autoren erweiterte Begriffssystem zu kennen. Deshalb soll hier eine kurze Einführung folgen. Von der sogenannten «klassischen» Konditionierung unterscheidet sich diese Lernform dadurch, daß der Ausgangspunkt des Lernvorganges keine Reaktion auf einen Reiz ist, sondern eine Aktion des Tieres, z. B. der zufällige Hebeldruck auf eine Taste während der Futtersuche, oder die Wahl «links» in einem Labyrinth.

Diese Aktion wird belohnt, im Experiment z. B. durch die Gabe von Futter. Falls diese Belohnung nach der Aktion häufiger erfolgt, bildet sich beim Tier eine Assoziation («Aktion bedingt Belohnung»), und es wird die Aktion zukünftig verstärkt ausgeführt. Die Belohnung wirkt als die Verstärker der Aktion. Meßbar ist der Verlauf der Lernkurve an der Zahl der Aktionen pro Zeiteinheit, der Aktionsrate. Sie ändert sich während des Versuchsablaufs in ganz charakteristischer Weise.

Die Phase der Verknüpfung zwischen Aktion und Belohnung wird «Lernphase» genannt, dabei steigt die Aktionsrate kontinuierlich an. Anschließend erfolgt die «Kannphase», in der das Tier die Assoziation geknüpft hat. Hier bleibt die Aktionsrate weitgehend auf einem konstanten Niveau. Bleibt nach der Kannphase die Belohnung aus, so ist eine Extinktion zu beobachten, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sich die Aktionsrate zuerst stark erhöht, dann unter die Rate während der Kannphase absinkt und schließlich das Niveau erreicht, das vor dem Lernvorgang registriert wurde. Die Extinktion ist nicht mit Vergessen gleichzusetzen: Nach erneuter Belohnung kommt es rasch wieder zu einer Erhöhung der Aktionsrate des Tieres. Der Zeitverlauf der Lernkurve kann durch eine große Zahl von Parametern verändert werden. Variationen der Lernkurve bewirkt z. B. die Zeitbeziehung zwischen Reiz und Belohnung,

vor allem aber die Verstärkungsrate. Wird jede Aktion verstärkt, spricht man von kontinuierlicher oder Immerverstärkung, wird nur ein Teil der Aktionen belohnt, von diskontinuierlicher Verstärkung. Diese kann in festgelegten Intervallen (z. B. jedes 2. Mal, alle 2 Min.) erfolgen oder in unregelmäßigen Abständen eingesetzt werden (regelmäßig bzw. unregelmäßige periodische Verstärkung). Die Ausbildung der Assoziation, der Einfluß einiger Verstärkungsformen und die Möglichkeit, durch Aneinanderreihen mehrerer Assoziationen auch komplexere Handlungsabläufe zu lernen, soll in diesem Kurs untersucht werden.

A. Material und Methode:

Benötigt wird eine Skinnerbox, die folgende Programme ermöglicht:

- a. Das Tier erhält auf Tastendruck Futter.
- b. Das Tier erhält bei Tastendruck nur Futter, wenn eine Lampe über der Taste leuchtet.
- c. Das Tier kann die Lampe durch einen Stab selbst anschalten; durch den Tastendruck wird sie wieder gelöscht.

Die Skinnerbox sollte über einen verschließbaren Durchgang mit dem Wohnbehälter der Ratten verbunden sein (Abb. 82). Ratten (nicht wesentlich älter als 100 Tage) für den Versuch sind von einem Züchter zu beziehen; sie werden einzeln in Wohnkäfigen gehalten. Einige Tage vor den Versuchen sollte der Wohnkäfig regelmäßig um die Versuchszeit mit der Skinnerbox

verbunden werden; während dieser Zeit sollten die Tiere in der Box gefüttert werden. Die Tiere suchen dadurch am Versuchstag schneller die Versuchsanordnung auf. Vor dem Kurs sollten die Tiere einen Tag lang hungern.

Außer unerfahrenen Tieren sollten Tiere vorhanden sein, die die einzelnen Lernvorgänge beherrschen. Die Ratten lernen während eines Versuchsnachmittags nie das gesamte Programm, es kommt relativ häufig vor, daß sogar die einfachste Stufe (Assoziation Taste-Futter) nicht vollständig gelernt wird. Man sollte davon ausgehen, daß nur die Lernphase bei einem untrainierten Tier untersucht wird, Kann- und Extinktionsphase aber an trainierten Ratten.

Sämtliche Ratten müssen vor dem Versuch an den Menschen gewöhnt werden (möglichst nicht in einen isolierten Raum stellen) und auch damit vertraut sein, daß sie beobachtet werden. Während des Versuchs sollte das Verhalten der Ratte möglichst vollständig protokolliert werden. Die Zeiten der Beobachtungen sollten mit Hilfe einer Stoppuhr festgehalten werden, wobei besonderes Augenmerk auf die Zeiten gerichtet werden soll, die mit dem zu erlernenden Vorgang im Zusammenhang stehen, wie dem Zeitpunkt von Tastendruck oder der Futteraufnahme.

B. Versuchsdurchführung

1. Eine untrainierte Ratte wird in die Skinnerbox gelassen; der Durchgang zum Wohnkä-

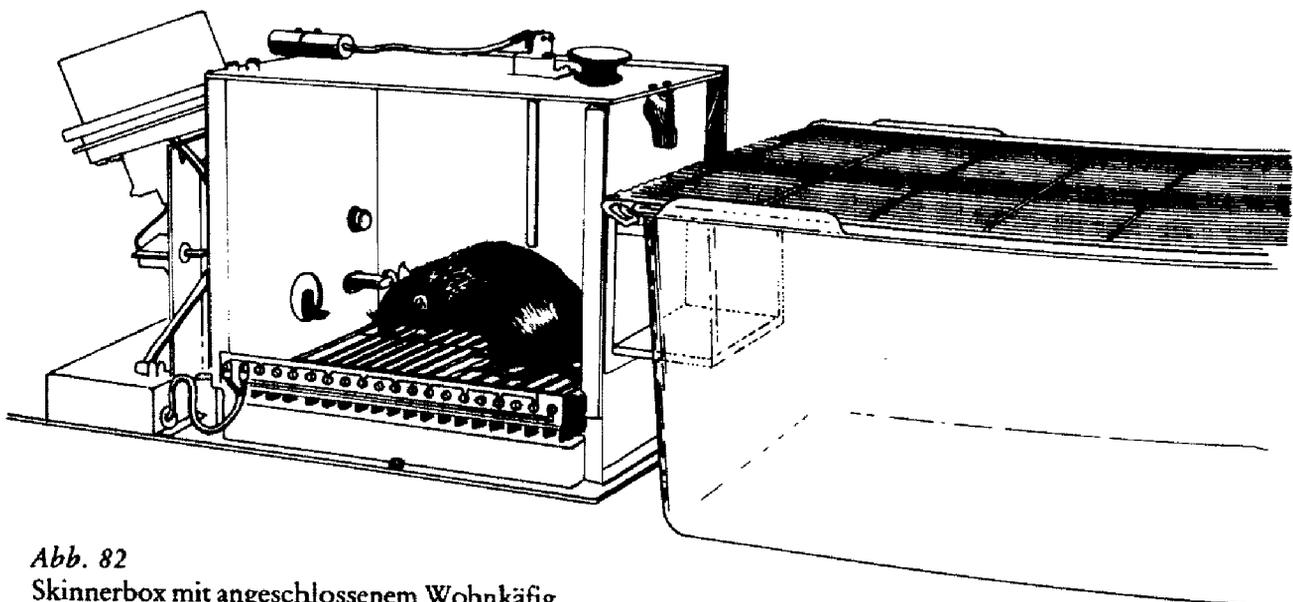


Abb. 82
Skinnerbox mit angeschlossenem Wohnkäfig

fig wird wieder verschlossen. Die Ratte soll jetzt das einfachste Programm erlernen; bei Hebeldruck erhält sie ein Pellet aus dem Futterautomaten. Ist nach 1/2 Stunde noch kein Anzeichen von Lernen zu erkennen, ist es möglich, der Ratte zu helfen, indem man z. B. Futter gibt oder selbst die Taste drückt, wenn sie während des Suchverhaltens in die Nähe der Taste kommt.

2. Hat die Ratte die Kombination gelernt, wird die Kannphase beobachtet.
3. Nach ca. 5–10 Min. Kannphase wird die Belohnung gestoppt (Extinktion).
4. Ist die Hebeldruckfrequenz stark abgesunken, wird erneut Futter gegeben. Falls die unerfahrene Ratte keine deutliche Kannphase zeigt, wird nach 1. eine erfahrene Ratte in die Skinnerbox gesetzt (der Wohnkäfig wird mit der Skinnerbox verbunden, nachdem diese kurz mit einer schwachen Desinfektionslösung ausgewischt wurde), und dann Versuch 2, 3 und 4 durchgeführt.
5. Wenn Versuch 1–4 mit der unerfahrenen Ratte durchgeführt werden konnte, kann mit der erfahrenen Ratte, die das Programm «Taste-Futter» beherrscht, der Einfluß der Belohnungsrate geprüft werden, indem nur noch etwa jedes 2. oder 5. Mal Futter gegeben wird. Auch der Einfluß von variablen Intervallen kann geprüft werden, indem man die Zahl der für die folgende Belohnung notwendigen Tastendrucke mit Hilfe eines Würfels ermittelt (vor dem Versuch eine Zahlenreihe erwürfeln, der Mittelwert sollte bei 3,5 liegen).
6. Falls noch Zeit zur Verfügung steht, sollte versucht werden, der Ratte die Kombination: «Futter erfolgt nur bei Licht über der Taste» beizubringen. Sonst wird mit einer Ratte, die dieses Programm beherrscht, diese Kombination demonstriert.
7. Entsprechend wird die Kombination Stabdrücken → Licht → Tastendruck → Futter an einer erfahrenen Ratte demonstriert.

C. Auswertung

Das Verhalten der Ratte wird ständig protokolliert. Wie ändert sich das Verhalten während der Lernphase?

zu 1.–4. Die Frequenz der Hebelbrücke wird während er einzelnen Phasen über der Zeit aufgetragen.

Die Zeiten zwischen Hebeldruck und Futteraufnahme werden gemessen und ebenfalls über der Versuchszeit aufgetragen. Der Zeitmaßstab muß je nach der Häufigkeit des Verhaltens sinnvoll variiert werden. Welche Parameter der gemessenen Kurve charakterisieren die einzelnen Abschnitte der Lernphase?

zu 5: Auswertung wie 1–4. Welche Unterschiede sind in bezug auf den Erfolg der verschiedenen Verstärkungsarten zu beobachten?

zu 6: Wie lange braucht die Ratte, bis sie «gemerkt» hat, daß das Licht über der Taste brennt (Latenz der Reaktion). Wie lange «überdauert» die Reaktion den Reiz (Licht)?

zu 7: Wie läuft die Bewegung ab, mit der die Ratte die einzelnen Handlungen (Hebeldruck, Tastendruck, Fressen) vollführt – ändern sich die Zeiten zwischen den einzelnen Tätigkeiten – ändert sich der Bewegungsablauf selbst?

Einige wichtige Komponenten, die im Verlauf der operanten Konditionierung auftreten, sind nicht besprochen worden – so z. B. die Rolle der sogenannten «sekundären Verstärker». Darunter versteht man Verstärker, die mit den «primären Verstärkern», von denen bisher die Rede war, zusammen auftreten und entweder deren Wirkung erhöhen oder diese sogar ganz ersetzen können (in unserem Versuchsaufbau ist das Klicken der Futtertaste ein solcher sekundärer Verstärker). Denken Sie sich Versuchsanordnungen aus, die die Rolle dieses und anderer Parameter, die sie aus der Literatur entnehmen, verdeutlichen und ihre Einflüsse auf das Lernverhalten meßbar machen!

Literatur

- Angermeier, W. F.: Kontrolle des Verhaltens. Das Lernen am Erfolg. Springer Berlin, Heidelberg, New York, 1972.
- Buchholz, Das Lernen bei Tieren. Fischer, Stuttgart, 1973.
- Ferster, Ch. B. u. B. F. Skinner: Schedules of Reinforcement. Appleton-Century-Crofts, New York, 1957.