



Internet-Akademie

Serie

„Streifzüge durch die Naturwissenschaften“

Autor: Hans Stobinsky

Folge 17

Verhaltenslehre, Teil 2

Verhaltensbiologie

4.2. Modell „Instinkthandlungen“

4.2.1. Grundlagen des Konzeptes

Einen Grundstein für die theoretische Deutung von Verhaltensweisen legte 1911 Oskar HEINROTH¹. Er hatte bei der Beobachtung von Gänse- und Entenarten festgestellt, dass viele Verhaltensweisen stets in einer für jede Art typischen Abfolge von Bewegungen durchgeführt werden. Er leitete daraus das Konzept der „Instinktbewegungen“ ab. Danach sind bestimmte Bewegungsabläufe als Programm im Erbgut gespeichert (daher auch die Bezeichnung „Erbkoordination“).

Der biologische Vorteil solcher „vorgefertigter“ Programme liegt in der Tatsache, dass sie bereits beim ersten Mal ihren lebenserhaltenden Wert besitzen, im Gegensatz zu erlernten Bewegungen, bei denen u.U. lebensgefährliche „Probelaufe“ während des Lernvorganges riskiert werden. Ihr Nachteil liegt in ihrer Unveränderlichkeit. Daher werden sie meist von weiteren (auch erlernten) Handlungen begleitet, durch die eine Anpassung an die jeweilige, nicht vorhersehbare Situation erfolgen kann. Die anfangs strenge Einteilung nach angeborenem und erlerntem („erworbenem“) Verhalten musste bald aufgegeben werden, da zwischen diesen beiden Extremen gleitende Übergänge liegen. Dies ist ein Beispiel für ein in der Naturwissenschaft ganz allgemeines Problem: Unser Gehirn ist offenbar so konstruiert, dass wir die große Vielfalt der Naturphänomene nur erfassen und bearbeiten können, wenn wir sie sortieren und ordnen („Schubladendenken“). Dabei müssen wir uns darüber im Klaren sein, dass wir Einteilungsraster über eine Natur legen, die eigentlich nur aus fließenden Übergängen besteht. Jede Art der Einteilung ist willkürlich und dient uns nur als „Krücke“ zum Verständnis. Leider entbrannte auch unter Wissenschaftlern immer wieder ein Streit um die „Richtigkeit“ irgendeiner Einteilung, schade um die dabei vergeudete geistige Energie! Wichtig kann nur die Frage sein, welche Einteilung (die eben leider ein notwendiges Übel ist) möglichst gut zur Erfassung unserer Beobachtungen geeignet ist.

Zum übergreifenden Verständnis vieler Beobachtungen an verschiedenen Tierarten wurden Modellvorstellungen entwickelt, die besonders durch Vorstellungen von K. LORENZ² und N. TINBERGEN³ begründet wurden. Das von ihnen begründete „Instinktmodell“ soll im folgenden Text vorgestellt werden. Das Modell und besonders einige daraus abgeleitete Vorstellungen (z.B. die Annahme von „Leerlauf-“ und „Übersprungverhaltensweisen“ wurden in der Folgezeit kontrovers diskutiert und gelten nach heutiger Vorstellung als unrichtig (d.h. mit neueren Beobachtungen nicht vereinbar). Es ist aber dennoch ein interessantes Beispiel für den Aufbau von Modellvorstellungen. Außerdem sollte man sich klar machen, dass letztlich jede „Erklärung“ von Naturereignissen einen modellhaften, d.h. vorläufigen Charakter hat und niemals den Anspruch der „Endgültigkeit“ hat. Unsere Vorfahren hielten ihr Modell von einer scheibenförmigen Erde, über der sich die Sonne bewegt, für ebenso „richtig“ wie wir es heute mit unserem heliozentrischen Kugel„modell“ tun.

¹ Oskar Heinroth (1871 - 1945), deutscher Zoologe; seine Beobachtungen an Vögeln legten den Grundstein für die vergleichende Verhaltensforschung; viele heute noch gebräuchliche Begriffe wie Ethologie, Prägung, Imponiergehabe gehen auf ihn zurück.

² Konrad Lorenz (1903 in Wien - 1989) österreichischer Zoologe; „Vater“ der vergleichenden Verhaltensforschung; auch einem breiten Publikum bekannt geworden durch seine „Elternrolle“ bei selbst aufgezogenen Gänseküken; 1973 Nobelpreis.

³ Nikolaas Tinbergen (1907 - 1988), niederländischer Verhaltensforscher; seine Erkenntnisse gewann er vor allem aus Feldforschungen; bekannt wurden besonders seine Attrappenversuche zur Erkennung von Schlüsselreizen; 1973 Nobelpreis zusammen mit Karl von Frisch und Konrad Lorenz.

4.2.2. Äußere und innere Faktoren

Ihren arterhaltenden Sinn können Verhaltensweisen nur erfüllen, wenn sie zum richtigen Zeitpunkt und unter den passenden äußeren Umständen ausgeführt werden. Der Zeitpunkt muss sowohl hinsichtlich der „äußeren“ Zeit wie Tages- oder Jahreszeit als auch in Hinblick auf die „innere“ Zeit wie das Alter sinnvoll gewählt werden. Damit diese Anpassung des angeborenen Bewegungsablaufes gewährleistet wird, macht das Modell folgende Annahmen, die in den folgenden Abschnitten näher betrachtet werden:

- a. Es existiert eine Kontrollinstanz im Inneren des Tieres, die darüber entscheidet, ob ein (als Programm fertig vorhandener) Bewegungsablauf gestartet wird. Als Entscheidungskriterien wirken das Vorliegen der geeigneten äußeren und inneren Gegebenheiten.
- b. Die geeigneten äußeren Bedingungen werden an möglichst wenigen, aber typischen Signalen aus der Umwelt erkannt.
- c. Die inneren Voraussetzungen werden durch die Stärke eines „Antriebes“ dargestellt. Besonders dieser postulierte „Antrieb“ war Ansatzpunkt für die Kritik am Modell von LORENZ und TINBERGEN, da es in der Folgezeit den Neurophysiologen nicht gelang, entsprechende Funktionselemente im Gehirn nachzuweisen. Ob dieser fehlende Nachweis definierter Gehirnbereiche allerdings als Gegenargument ausreichend ist, ist insofern fraglich, als anderen Funktionen des Gehirns (wie z.B. dem Schlaf) ebenfalls (noch?) keine bestimmten Regionen zugeordnet werden konnten.

4.2.3. Signale aus der Umwelt: Schlüsselreize

Die Erkennung der passenden Situation erfolgt nicht durch eine bewusste Situationsanalyse, sondern nach einem angeborenen „Codewort“, einem „Schlüsselreiz“ oder eines aus mehreren Reizen zusammengesetzten „Schemas“. Es ist eine Zusammenstellung von Signalen, durch die eine bestimmte Situation (häufig ein Objekt) möglichst unverwechselbar charakterisiert ist. Dabei ist die Art der ausgewählten Merkmale für uns oft überraschend, da häufig für unser Empfinden „nebensächliche“ Signale verwendet werden und „auffällige“ unbeachtet bleiben. Plausible Gründe für die Minimierung auf möglichst wenige Reize sind:

- a. Schlüsselreize sind im Erbgut gespeichert, ihre Einfachheit bedeutet Informationersparnis und Sicherheit bei der Informationsweitergabe.
- b. Je einfacher das Signalmuster ist, das eine Situation kennzeichnet, um so schneller kann es durch die Reizanalyse im Gehirn des Tieres erkannt werden. Im Fall des Brutverhaltens der Sandwespe ist die mit den Oberkiefern erfüllte Struktur des Sandes Schlüsselreiz für die Handlung „Nestgraben“, der Geruch der Beutetiere für das Fangverhalten.

4.2.4. Innere Situation: Antrieb

Ein zentrales Element der modellhaften Erklärung für instinktive Handlungen ist der „Antrieb“ (auch als „Motivation“ oder „Handlungsbereitschaft“ bezeichnet). Diese nicht näher festgelegte quantitative Größe wird postuliert, um einige beobachtbare Eigenheiten von Instinktbewegungen zu erklären:

- a. Instinktbewegungen können im Gegensatz zu Reflexen nur zu bestimmten Zeiten bzw. unter bestimmten Gegebenheiten ausgelöst werden. Es ist daher eine „innere Voraussetzung“ zu fordern. In einigen Fällen konnte eine Korrelation zur Konzentration bestimmter Hormone (z.B. im Bereich des Fortpflanzungsverhaltens) nachgewiesen werden. Durch sie oder andere innere Vorgänge, z.B. im Bereich des Nervensystems, wird die Antriebsmenge „aufgefüllt“. Neben inneren Zuständen können auch äußere Einflüsse (z.B. die Umgebungstemperatur, Artgenossen) antriebssteigernd wirken (diese Reize sind aber nicht mit den Schlüsselreizen zu verwechseln).

- b. Wird eine bestimmte Instinktbewegung mehrmals nacheinander ausgelöst, so schwächt sich die Intensität des Ablaufes immer mehr ab, bis die Handlung schließlich nicht mehr auslösbar ist. Dieser Effekt zeigte sich besonders deutlich, wenn eine Handlung im Experiment durch künstlich dargebotene Schlüsselreize unnatürlich oft ausgelöst wurde. Dabei handelt es sich nicht um eine allgemeine körperliche Erschöpfung, sondern um eine „reaktionsspezifische Ermüdbarkeit“. Andere Verhaltensweisen bleiben davon unberührt. Es ist daher ein mengenmäßiger Charakter (Quantifizierbarkeit) dieser „inneren Voraussetzung“ zu fordern, jeder Handlungsablauf „verbraucht“ eine gewisse Menge der angesammelten Antriebsenergie (dabei ist es der Ablauf der Handlung, nicht ihr Erfolg, der antriebsmindernd wirkt).
- c. Der Handlungsablauf unterliegt keiner Erfolgskontrolle. Einmal ausgelöst, läuft die Handlung ab, auch wenn sie (z.B. durch Verlust des Handlungsobjektes) „unsinnig“, d.h. erfolglos wird. Ein klassisches Beispiel dafür liefert die von K. LORENZ beschriebene Eirollbewegung der Graugans. Sie dient dazu, ein aus dem Nest (am Boden) gerolltes Ei mit einer Bewegung des Halses wieder zurück in das Nest zu befördern. Nimmt man während der Halsbewegung in Richtung auf das Nest das Ei weg, bricht die Graugans die ja jetzt „sinnlose“ Handlung nicht ab, sondern führt die Bewegung bis zurück zum Nest aus.
- d. Durch äußeren Zwang unterbrochene Handlungen lassen das Lebewesen in einem Zustand der „inneren Unruhe“ („unbefriedigter Zustand“) zurück, es verhält sich deutlich anders als nach einem vollständigen Handlungsablauf. Eine plausible Annahme ist daher, dass der Handlungsablauf (z.B. Essen) als solcher vom Lebewesen als „angenehm“ empfunden wird, er ist „subjektiv lustbetont“. Dabei ist der Begriff „Lust“ wertfrei und nicht nur im sexuellen Sinn zu verstehen, sondern eher im Sinne von „Freude“ (so wie wir sagen „ich habe Lust spazieren zu gehen“). Umgekehrt wird eine „aufgestaute“ Antriebsenergie (z.B. Hunger) als unangenehm empfunden. Im Sinne der Soziobiologie⁴ könnte man formulieren: Die Gene lassen ihren Träger alle Verhaltensweisen, die ihrem Erhalt förderlich sind (wie Nahrungserwerb oder Fortpflanzung) als angenehm empfinden, damit stellen sie sicher, dass sie wenn irgend möglich, durchgeführt werden.

4.2.5. Kontrollinstanz: Angeborener Auslösemechanismus (AAM)

Um sicher zu stellen, dass ein angeborenes Bewegungsprogramm nur abläuft, wenn sowohl der innere Antrieb als auch der äußere Schlüsselreiz vorhanden sind, ist eine Kontrollinstanz im Tier notwendig, deren Existenz daher im Modell angenommen wird. Sie übernimmt zwei Funktionen:

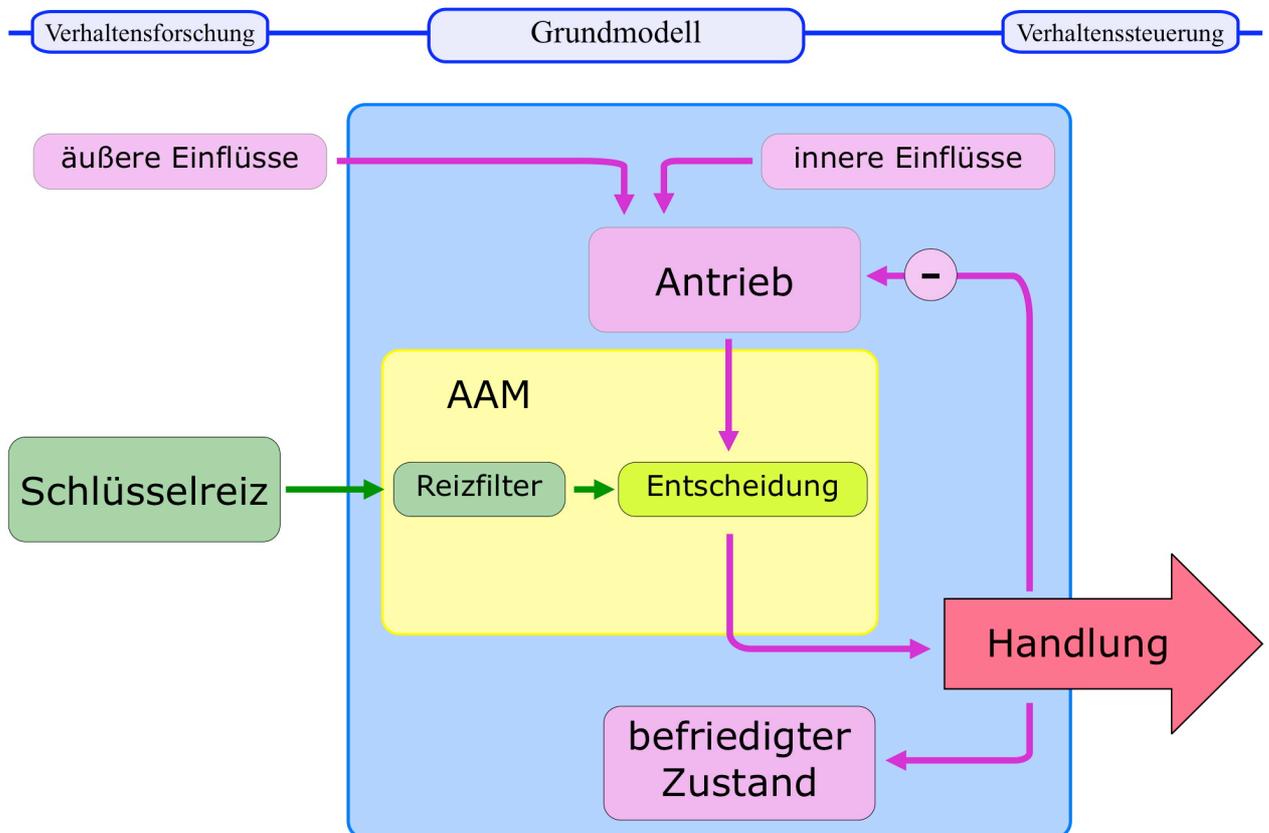
- Analyse aller wahrgenommenen Reize hinsichtlich der angebotenermaßen festgelegten Schlüsselreize („Reizfilter“).
- Weiterleitung der reaktionsspezifischen Antriebsenergie zu den Steuerungszentren für die Durchführung der Bewegung (also meist den motorischen Steuerungszentren im Gehirn), sobald die Schlüsselreize wahrgenommen wurden („Freischalten des Handlungsablaufes“).

Die Verhaltenssteuerung kann mit einem Eisenbahnnetz verglichen werden: Das Schienennetz (Verhaltensrepertoire) steht jederzeit zur Verfügung, die Signale (AAM) stehen aber im Normalzustand auf „Halte“, nur bei Bedarf wird ein bestimmter Streckenabschnitt (Handlungsablauf) freigegeben.

Neben dem gemeinsamen Begriff AAM werden für die beiden Funktionselemente auch die getrennten Bezeichnungen „Reizfilter“ und „Koinzidenzglied“ verwendet.

Das nachfolgende Schaubild soll die Zusammenhänge der Modellelemente illustrieren:

⁴ Die Soziobiologie ist ein relativ junger Zweig der Biologie, sie untersucht besonders die genetischen Hintergründe des Sozialverhaltens



4.2.6. Appetenzverhalten

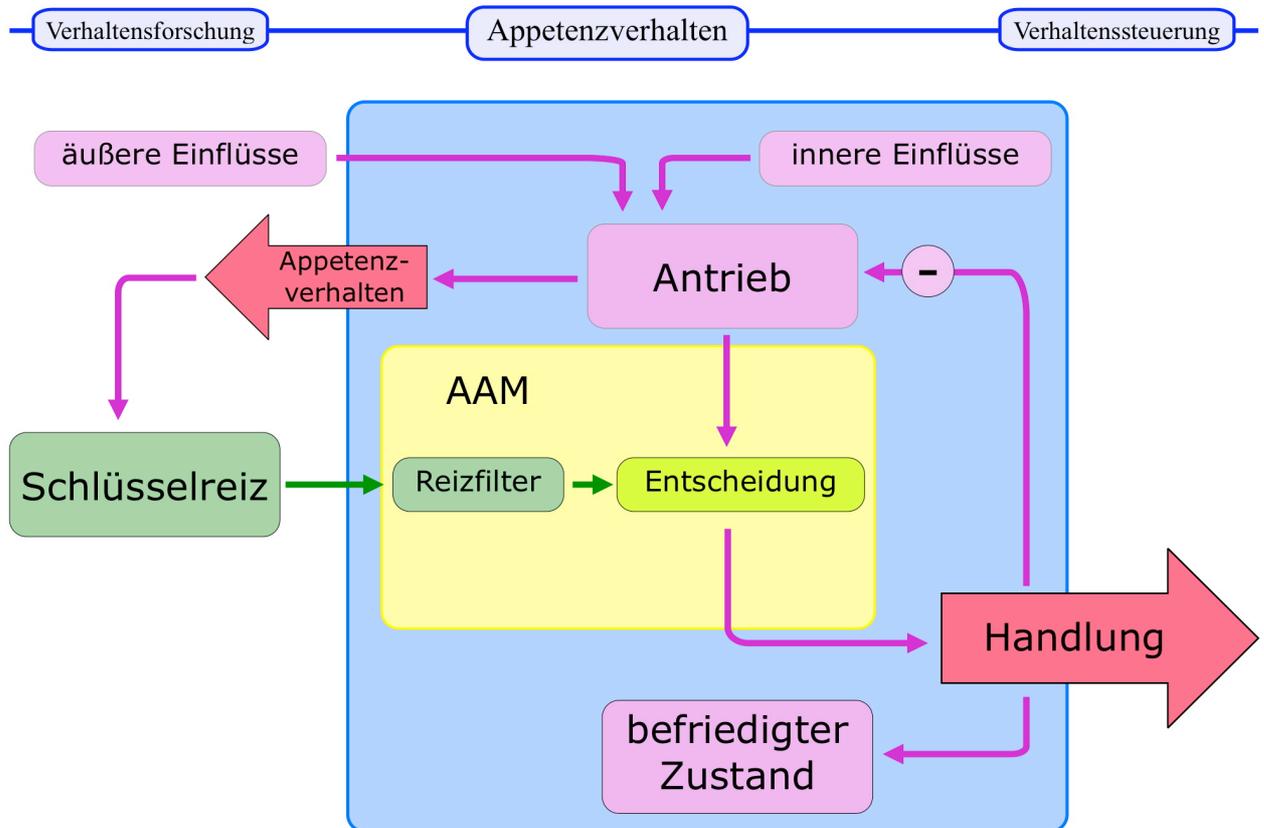
Der Märchentraum vom Schlaraffenland ist nur zu verständlich: Die Wahrscheinlichkeit, dass die gebratenen Täubchen in den Mund fliegen, ist eben in der Wirklichkeit extrem gering. Auch der Sandwespe laufen die Beutetiere nicht zufällig über den Weg. So ist es naheliegend, dass sich im Laufe der Evolution Mechanismen herausgebildet haben, um die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein (vom Antrieb her „gewünschtes“) Verhalten überhaupt ablaufen kann.

In Anlehnung an den „Appetit“, den wir verspüren, wenn der Hunger-Antrieb groß ist, wurde die Begriff „Appetenzverhalten“ geprägt. Er dient als Sammelbezeichnung für alle Verhaltensweisen, die die Chance erhöhen, dass der für eine Instinktbewegung notwendige Schlüsselreiz gefunden wird. Dabei kann es sich um eine sehr einfache, angeborene Bewegung handeln, z.B. wenn ein Kröte den Kopf nach einer Fliege hinwendet, bevor sie ihre Zunge zum Beutefang ausschleudert. Die Bandbreite der Komplexität ist aber nach oben hin offen: Wenn ein vom Hunger angetriebener Mensch nachts aufsteht, sich im Dunkeln bis zum Kühlschrank vortastet, in dem er seine ersehnten Schlüsselreize findet, ist das ebenfalls ein Appetenzverhalten.

Der artverhaltende Sinn der Appetenz-Strategie liegt in der Anpassung des genetisch vorgegebenen Bewegungsprogrammes an die individuelle Situation des Lebewesens.

Im Modell postuliert man, dass ein reaktionsspezifischer Antrieb nicht nur die Voraussetzung für das „Freischalten“ des Bewegungsablaufes liefert, sondern auch geeignete Appetenzverhaltensweisen aktiviert.

Entsprechend kann das Funktionsschema erweitert werden:



Die nächste Folge beschäftigt sich mit Experimenten zur Brutfürsorge der Sandwespe und ihrer modellhaften Deutung.