

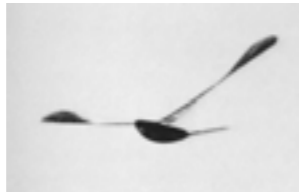
Modellvögel lernen fliegen

Flugzeuge brauchen einen Propeller oder Turbinen, um vorwärts zu kommen. Vögel schlagen einfach mit ihren Schwingen. Erich von Holst, Gründungsdirektor am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen, erforschte, wie sie sich Vortrieb verschaffen – indem er ihren Flug mit Nachbauten imitierte. Doch damit beschäftigte sich der Physiologe nur am Rande. Eigentlich arbeitete er auf dem Gebiet der vergleichenden Verhaltensbiologie. Sein Beitrag in dieser Disziplin ist über den seines Kollegen Konrad Lorenz allerdings beinahe in Vergessenheit geraten – zu Unrecht.

Es war nicht gerade eine Charme-Offensive, mit der die Bekanntschaft der beiden Herren begann: „Idiot, Idiot“, grummelte Erich von Holst in der letzten Reihe des Berliner Harnack-Hauses – neben ihm saß Margarethe Lorenz und vorne hielt ihr Mann Konrad Lorenz einen Vortrag über die Bildung des Instinktbegriffs. Der österreichische Anatom und Tierpsychologe Konrad Lorenz war damals 32 Jahre alt und erläuterte auf Einladung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, dass Tiere durch zweckgerichtetes und variables Verhalten ein Ziel erreichen können. Das dürfe aber nicht mit Zielstrebigkeit gleichgesetzt werden – ein Tier erreiche einen Zweck schlicht, indem es angeborene Bewegungen ablaufen lässt. Soweit stimmte von Holst den Ausführungen von Lorenz auch zu. Erst als Lorenz seinen Vortrag damit schloss, dass solche Instinktbewegungen auf Verkettungen von Reflexen beruhten, echauffierte er sich.

Diese Reflextheorie hielt der Biologe Erich von Holst für falsch. Lorenz behauptete später, der folgende Disput im Restaurant habe nur zehn Minuten gedauert, Beobachter sprachen von einer längeren Auseinandersetzung. Am Ende jedenfalls hatte der fünf Jahre jüngere Erich von Holst Konrad Lorenz überzeugt, dass die damals allgemein akzeptierte Reflextheorie nicht richtig sein könne. Wenn ein Tier seinem Instinkt folgt, handle es sich nicht um einen komplexen Kettenreflex, sondern um ein Produkt physiologischer Systeme, die – ähnlich dem Schrittmacher im Herzen – unabhängig von der Umwelt wirken. Ein Reflex ist dagegen immer eine Reaktion auf einen äußeren Reiz.

Von Holst hatte das bei Experimenten mit Regenwürmern herausgefunden: Er zerschnitt einen Wurm in einzelne Seg-



Mit zahlreichen Modellen imitierte von Holst den Vogelflug.

mente, brachte an jedem Segment ein empfindliches Voltmeter an und beobachtete dessen Ausschläge. Obwohl die Segmente untereinander und mit dem „Gehirn“ des Wurms keinen Kontakt mehr hatten, schlugen die Voltmeter in gesetzmäßiger Weise nacheinander aus. Es lief also eine Potenzialwelle vom Vorderende über das ganze zerstückelte Präparat bis zum Hinterende, und zwar ungefähr mit der Geschwindigkeit der Kontraktionswelle eines kriechenden Regenwurms. Das zeigte, dass sein Bewegungsverhalten von autonomen inneren Rhythmen bestimmt wird und nicht durch eine Reaktion auf Umweltreize.

Die Theorie, die von Holst auf diese Weise belegt hatte, beantwortete eine Reihe von offenen Fragen der Verhaltensbiologie, die sich mit der Reflextheorie nicht erklären ließen. So balzen Tiere einer Art immer mit denselben Gesten und Stellungen. Eine Reaktion auf äußere Reize kann die Balz also nicht sein, vielmehr handelt das Tier aus einem angeborenen Trieb, der sich im Laufe der Evolution entwickelt hat.

Die bis dahin vor allem beobachtende und beschreibende Tierpsychologie entwickelte sich mehr und mehr zu einer Physiologie des Verhaltens. So haben die unfreundlichen Äußerungen, zu denen sich von Holst über Lorenz zunächst hinreißen ließ, der vergleichenden Verhaltensforschung möglicherweise einen kräftigen Schub gegeben.

Erich von Holst und Konrad Lorenz fanden später auch beruflich zusammen: Von Holst wurde 1948 wissenschaftliches Mitglied am neu gegründeten Max-Planck-Institut für Meeresbiologie in Wilhelmshaven und Lorenz 1951 Leiter der zu eben diesem Institut gehörenden Forschungsstelle für Verhaltensphysiologie in Buldern bei Münster. 1954 beschloss der Senat der Max-Planck-Gesellschaft, die Arbeitsgebiete von Konrad Lorenz und Erich von Holst in einem neuen Institut zusammenzulegen: dem Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen. Erich von Holst wurde der Leitende Direktor des Instituts und Konrad Lorenz sein Stellvertreter. Von Holst führte das 1958 eingeweihte Institut bis zu seinem frühen Tod im Jahr 1962, danach übernahm Lorenz dieses Amt.

In ihrer Arbeit verband Lorenz und von Holst ein weiteres Interesse: der Vogelflug. Konrad Lorenz hatte diesem Thema bereits seine Dissertation in der Zoologie gewidmet – seine zweite Promotion übrigens, die er 1933 abschloss, nachdem er fünf Jahre zuvor schon den Doktor der Medizin erworben hatte. Er veröffentlichte die Arbeit „Beobachtetes über das Fliegen der Vögel“. Die 1933 im Journal für Ornithologie erschiene-

ne Veröffentlichung wurde als „das beste, was seit Otto Lilienthal über den Vogelflug geschrieben wurde“ bezeichnet. Ein anderer Kommentar lobte die Arbeit als „hervorragend beobachtet, ohne abstrakte mathematische Formulierungen, aber mit feinstem physikalischem Fingerspitzengefühl“. Andere allerdings widersprachen den theoretischen Erklärungsversuchen, darunter auch der junge Erich von Holst. Von Holst war ebenfalls ein guter Beobachter, zugleich aber ein hervorragender Experimentator. Das bewies er in seinen Versuchen zum Vogelflug – und in seiner Freizeit: Er spielte nicht nur ausgezeichnet Viola, sondern baute auch selber Musikinstrumente. So wollte er die Gesetze der Klangbildung untersuchen. Nach demselben Prinzip erforschte er den Vogelflug: Was er den Tieren abguckte, lieferte ihm die Ideen, nach denen er Flugmodelle baute.

Dabei war von Holst klar, dass diese Modellexperimente keine direkte Beweiskraft besaßen – man hat den Flug des Vogels nicht verstanden, wenn ein Modell, das einem Vogel äußerlich nachgebaut ist, nicht abstürzt und fliegt. Doch von Holst konnte an den Modellen seine Überlegungen testen. Konstruktionsfehler fielen sofort auf, da das Modell dann nicht so ästhetisch flog wie die natürlichen Vorbilder. Von Holst und seine Mitarbeiter erprobten verschiedene, zum Teil völlig neu konstruierte Getriebe, um Schwingflugmodelle anzutreiben. Auch mit ganz unterschiedlichen Bewegungsabläufen der Flügel experimentierten sie, um die verschiedenen tierischen Flugformen nachzuahmen. Von Vorteil war dabei, dass sie an allen Parametern, die den Flug der Modelle beeinflussten, nach Belieben drehen konnten.

Wie vor ihm schon Otto Lilienthal, so der Saarbrücker Zoologe und Vogelflugforscher Werner Nachtigall, sei auch Erich von Holst davon ausgegangen, dass die einzelnen Flügelquerschnitte während des Auf- und Abschlags unterschiedliche Bahnen beschreiben. Angenommen, ein Flügelteil bewirke beim Aufschlag einen Rücktrieb, dann sollte dieser beim nächsten Abschlag durch zusätzlichen Vortrieb kompensiert werden. Den Vortrieb muss aber nicht notwendigerweise derselbe Flügelteil erzeugen.

Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 20. 12. 1989

Flugsaurier – behende Tiere der Lüfte

Die Befunde des amerikanischen Forschers klingen überzeugend. Sie haben allerdings einen Schönheitsfehler: sie sind nicht neu. (...) Schon vor drei Jahrzehnten nämlich hat der deutsche Zoologe, Physiologe und Flugbiologe Erich von Holst vom Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie (...) den Flug der Saurier anhand der Fossilfunde studiert und sogar das Modell von einem Rhamphorhynchus-Flugsaurier mit schlagenden Schwingen fliegen lassen. Er hatte auch einen wissenschaftlichen Film von diesem fliegenden Flugsaurier-Modell angefertigt.

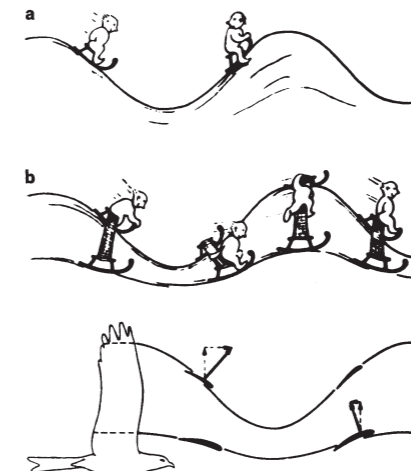
So könnte der Armfittich, der Teil des Flügels am Rumpf, einen Rücktrieb erzeugen. Beim folgenden Abschlag könnte der Handfittich, die Spitze des Flügels, diesen Rücktrieb wieder ausgleichen. Um diesen komplizierten Sachverhalt anschaulich darzustellen, erfand von Holst ein Gedankenmodell: „Denken Sie sich bitte die Wellenbahn des Flügels erstarrt zu einer Kette gleichmäßiger schneebedeckter Hügel; und denken Sie

sich den Vogel sinngemäß ersetzt durch einen kleinen rodelnden Knaben. Dieser Knabe möchte, ebenso wie es der Vogel scheinbar kann, ohne Aufenthalt über einen Hügel nach dem anderen hinweggleiten. Doch zu seiner Enttäuschung muss er entdecken, dass sein Schwung nicht ausreicht – er bleibt immer schon vor dem Gipfel des nächsten Hügels stehen.“ Nun hat der Knabe aber eine Idee: Mit einem Brett befestigt er einen zweiten Schlitten am ersten. Der zweite fährt neben dem ersten im flacheren Hügelgelände. Zwischen diesen beiden Schlitten wechselt der Knabe nun hin und her. Bergab sitzt er auf dem ersten, im Tal rutscht er behende auf den zweiten. Jetzt reicht sein Schwung, um die viel flachere Steigung zu überwinden. Oben angekommen klettert er schnell wieder auf den ersten Schlitten, und das Spiel geht von vorne los. Nach diesem Prinzip fliegen die Vögel.

Über Jahre hinweg musste von Holst immer wieder Flugtheorien aufgeben und durch neue ersetzen. Viele Flugmodelle gingen dabei zu Bruch. Doch er zahlte das Lehrgeld nicht umsonst: Am Ende wurde er mit dem Vergnügen belohnt, das ihm ein sicher und elegant über das Feld fliegender großer künstlicher Vogel bereitete. Das Modell muss so täuschend echt gewirkt haben, dass es kleinere Vögel davonscheuchte, dass Feldmäuse in ihre Löcher huschten und Krähen manchmal schüchtern mit ihm anbandelten. Von Holsts Studenten amüsierten sich prächtig, als er die Modelle auch im Hörsaal fliegen ließ.

Auf diese Weise brachte es von Holst zu einer ganzen Palette von Flugmodellen. Sie reichte von Libellen bis zu Flugsauriern. Um das Flugverhalten dieser fliegenden Echsen rekonstruieren zu können, studierte er zunächst Fossilienfunde von Pterosauriern und machte sich Gedanken über Ansatz und Form ihrer Flügel. Schließlich baute er Modelle eines Flugsauriers mit schlagenden Schwingen. Anhand der Modelle zeigte er, dass die Flugechsen gute Ruder- und Segelflieger gewesen sein müssen. Auch diese Schwingflügler führte er mit großem Erfolg öffentlich vor – zum Beispiel im Jahr 1956 den staunenden Teilnehmern der deutschen Paläontologentagung.

MICHAEL GLOBIG



Mit diesem Schlitten-Modell veranschaulichte von Holst die Funktion des Vogelflügels.