Für Patrick Stiegeler
zum 31. Geburtstag
Bernhard Hassenstein

Tief beeindruckt von Konrad Lorenz (1903–1989)

Bernhard HASSENSTEIN, Freiburg i. Br.

Einleitung
A. Kurzbiographie
B. Hauptaussagen der Vergleichenden Verhaltensforschung bis 1943
C. Weltbekannt gewordene Bücher
D. Das Menschenbild von Konrad Lorenz
E. Fehler und Unvollkommenheiten
F. Konrad Lorenz als Zeitkritiker und Mahner
G. Spannweite der Persönlichkeit
Nachschrift



Abb. 1 Zum Auftakt ein symbolträchtiges Bild: Konrad LORENZ – nach seinem Abschied von Seewiesen – im Almtal nahe Linz auf einem schmalen Steg; hinter ihm einige auf ihn geprägte Graugänse im Begriff, ihm zu folgen (Foto B. HASSENSTEIN).

Für Patrick Stiegeler
zum 31. Geburtstag
Bernhard Hassenstein

Tief beeindruckt von Konrad Lorenz (1903–1989)

Bernhard HASSENSTEIN, Freiburg i. Br.

Einleitung
A. Kurzbiographie
B. Hauptaussagen der Vergleichenden Verhaltensforschung bis 1943
C. Weltbekannt gewordene Bücher
D. Das Menschenbild von Konrad Lorenz
E. Fehler und Unvollkommenheiten
F. Konrad Lorenz als Zeitkritiker und Mahner
G. Spannweite der Persönlichkeit
Nachschrift



Abb. 1 Zum Auftakt ein symbolträchtiges Bild: Konrad LORENZ – nach seinem Abschied von Seewiesen – im Almtal nahe Linz auf einem schmalen Steg; hinter ihm einige auf ihn geprägte Graugänse im Begriff, ihm zu folgen (Foto B. HASSENSTEIN).

Einleitung

Als Student bekam ich 1941 von meinem wissenschaftlichen Lehrer Erich von Holst (1908–1962) den dringenden Rat, die Veröffentlichungen von Konrad Lorenz gründlich zu studieren. Noch heute besitze ich die Ausarbeitung, die ich daraufhin als 19jähriger von seinem Aufsatz „Über die Bildung des Instinktbegriffs" (1937) angefertigt habe. Im Jahre 1950 lernte ich dann Konrad Lorenz auch persönlich kennen und blieb mit ihm bis zu seinem Lebensende in Verbindung. Im Verlauf der Jahrzehnte formte sich durch Lektüre, Wahrnehmung und Miterleben ein Bild von seiner Persönlichkeit und seinem wissenschaftlichen und öffentlichen Wirken, das im folgenden Aufsatz skizziert wird.

Konrad Lorenz war eine der bemerkenswertesten Persönlichkeiten des 20. Jahrhunderts. In mindestens fünf Richtungen ist er in ganz besonderer Form hervorgetreten:
- als Tierbeobachter und Wegbereiter der „vergleichenden Verhaltensforschung";
- als eigentlicher Begründer der Humanethologie als eines neuen Zweiges der biologischen Anthropologie;
- als Erkenntnistheoretiker, und zwar als Urheber einer neuen Teildisziplin von ihr, der „evolutionären Erkenntnistheorie";
- als Schriftsteller weltbekannt gewordener Bücher über Themen der Naturerkenntnis und
- als Zeitkritiker und politischer Mahner, in Einzelfällen auch politisch Handelnder.

Schon diese Vielzahl und Mannigfaltigkeit seiner Aktivitäten weist darauf hin, daß Konrad Lorenz eine Persönlichkeit von ganz besonderem Zuschnitt war. Er war geprägt durch eine sprudelnde Vitalität, eine jederzeit zu erwartende überraschende Originalität, eine Beobachtungswachheit für alles, was um ihn herum vorging, eine begnadete sprachliche Formulierungsfähigkeit im Deutschen wie im Englischen.

Über die Wesenszüge von Konrad Lorenz, über seine Biographie und sein Schaffen kann man sich durch ausgewählte Lektüre einen so umfassenden, vielseitigen und lebendigen Eindruck verschaffen, wie das bei kaum einer anderen Persönlichkeit des 20. Jahrhunderts möglich ist. Die folgenden vier Bücher lassen ganz verschiedene Seiten seines Wesens zum Ausdruck kommen:
- ein großformatiger Bildband über sein Leben und Forschen (Festetics 1983), herausgegeben von dem aus Ungarn stammenden Antal Festetics, Inhaber eines Lehrstuhls für Wildbiologie an der Universität Göttingen;
- ein von demselben herausgegebenes Buch *Zum Sehen geboren* (Festetics 2000), ein Facetten-Muster aus Kurzaufsätzen über Lorenz aus der Feder von ihm nahestehenden Wissenschaftlern;
- das Taschenbuch *Leben ist Lernen*, ein klares und umfassendes Interview mit dem Journalisten Franz Kreuzer (Lorenz/Kreuzer 1981).
- Der als Taschenbuch herausgegebene *Briefwechsel* zwischen Konrad Lorenz und Oskar Heinroth, dem herausragenden Ornithologen, versehen mit *Skizzen* von Ereignissen mit Tieren – auch als Zeichner war Konrad Lorenz einmalig! (Heinroth/Lorenz 1988)

Um die *Reaktionen der Umwelt* auf das Wirken von Konrad Lorenz – von begeisterter Zustimmung bis zu feindlicher, verletzender Polemik – zu verstehen, muß man sich klar machen: In mindestens vierfacher Hinsicht äußerte sich Lorenz als leidenschaftlicher Gegner zu bis dahin weltweit gültigen wissenschaftlichen Lehrmeinungen:
- zur *Reflexlehre*, ausgehend von dem russischen Physiologen I. P. Pavlov (1849–1936), d. h. der Grundidee, ausschließlich Reflexe und nicht auch innere, endogene Impulse seien die funktionellen Bausteine allen Verhaltens;

- zum *Behaviorismus*, also der Lehre vom Gelernt- (und Nicht-Angeboren-)Sein alles Verhaltens;
- zur *Frustrations-Aggressionstheorie*, die besagt, alles *aggressive* Verhalten sei als Antwort auf äußere, z. B. einengende Einflüsse zu verstehen;
- zu Immanuel KANTS Lehre von *a priorischen* Urteilen des menschlichen Geistes: LORENZ dagegen erklärte die Urteile z. B. über Raum und Zeit als *a posteriorisch*, nämlich als „angeborene Formen möglicher Erfahrung" und damit als Ergebnisse der phylogenetischen Anpassung an Bedingungen der Umwelt.

Wenn jemand gegen weitverbreitete und allgemeingültige Ansichten auftritt – und dies auch noch zusätzlich in populärwissenschaftlicher Form kund tut – dann darf er sich über heftige, ja polemische Kritik nicht wundern. Die gibt es in der Tat gegen LORENZ in Fülle. Was mehr Druckseiten füllt, Ablehnung oder Zustimmung zu Konrad LORENZ, weiß ich nicht zu sagen. Seit der Nobelpreisverleihung 1972 sind auch Stellungnahmen von Konrad LORENZ zur *Eugenik* aus den Jahren 1941 bis 1944 auf das heftigste kritisiert worden. Ich werde darauf zurückkommen.

A. Kurzbiographie

Konrad LORENZ, geb. am 7. November 1903 in Altenberg an der Donau, war der zweite Sohn des seinerzeit berühmten, auch heute noch bekannten Orthopäden Adolf LORENZ (1854–1946) (vgl. Abb. 2), dem wir die Prophylaxe gegen die „angeborene Hüftgelenk-

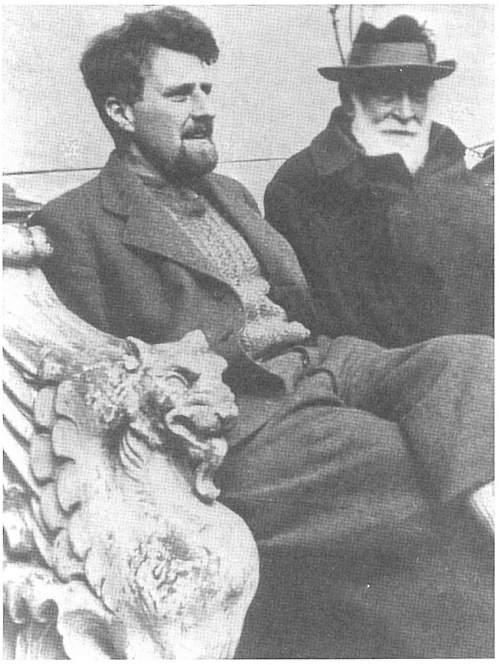


Abb. 2 Sohn und Vater, Konrad und Adolf LORENZ (aus FESTETICS 1983, S. 20, Abb. 14).

ausrenkung“ verdanken (mittels des Spreizhöschens) (Ad. Lorenz 1936, Alb. Lorenz 1952). Das Paradies seiner Kindheit war der Auwald an der Donau (Abb. 3), das Leitmotiv der Kinder- und Jugendjahre das Beobachten, Pflegen und Aufziehen der verschiedensten Tiere, darunter: Schildkröten, Hausentenküken, Feuersalamander, Laubfrösche, später Buntbarsche, Dohlen, Nachtreiher und Graugänse. Er studierte Medizin und war mehrere Jahre lang Assistent am Anatomischen Institut Wien.

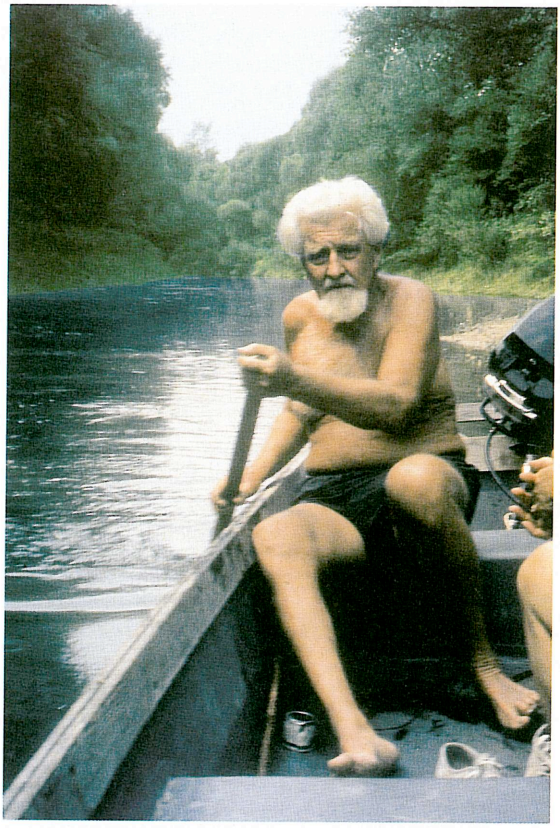


Abb. 3 Konrad Lorenz als knapp 80jähriger im Paradies seiner Kindheit, dem Auwald linksseitig der Donau gegenüber von Altenberg (Foto B. Hassenstein).

Als Student heiratete er, 23jährig, die Medizinstudentin Gretl Gebhardt (Abb. 18, S. 36), die später lange Zeit durch ihre medizinische Praxistätigkeit für den Lebensunterhalt der jungen Familie sorgte. Neben der Assistententätigkeit studierte Konrad Lorenz Zoologie, sammelte unzählige Erfahrungen mit Tieren, veröffentlichte mehrere Arbeiten über das Verhalten von Vögeln, begann den intensiven Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit Oskar Heinroth (1871–1945) und war daneben noch Motorradrennfahrer. 1937 habilitierte er sich an der Universität Wien für menschliche Anatomie und vergleichende Tierpsychologie. In diese Jahre fiel eine mehrwöchige Zusammenarbeit in Altenberg mit Niko Tinbergen (1907–1988) zur Erforschung der Eirollbewegung der Graugans (vgl. Abb. 7).

1940 geschah das Unerwartete: die Berufung des 37jährigen Konrad LORENZ als ordentlicher Professor für vergleichende Psychologie an die Universität Königsberg in Ostpreußen. Schon im Jahr darauf wurde er jedoch zum Kriegsdienst eingezogen, zunächst als Psychiater, so daß er noch mehrere wissenschaftliche Arbeiten verfassen und veröffentlichen konnte. Von 1944 bis 1948 war er in russischer Kriegsgefangenschaft. Nach seiner Rückkehr schrieb er in Wien das bald in viele Sprachen übersetzte, weltweit verbreitete Buch *Er redete mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen* (1949. Deutsche Gesamtauflage 1983: 670000). 1950 wurde er wissenschaftliches Mitglied der Max-Planck-Gesellschaft und begründete seine Forschungsgruppe zunächst auf dem Gut des Barons ROMBACH in Buldern bei Münster, dann 1956 gemeinsam mit Erich VON HOLST das Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen bei Starnberg (Abb. 4).



Abb. 4 Erich VON HOLST und Konrad LORENZ in Seewiesen (Archivbild).

Das Jahr 1973 brachte dem 70jährigen zweierlei: den Nobelpreis für Medizin und Physiologie gemeinsam mit Karl VON FRISCH (1886–1982) und Niko TINBERGEN (Abb. 5) sowie die Rückkehr für 15 arbeitsreiche Lebensjahre in sein Vaterhaus in Altenberg. Seine Graugänse wurden ins Almtal nahe Linz umgesiedelt, wo seither eine kleine Forschungsstation besteht.



Abb. 5 Konrad Lorenz bei der Nobel-Preis-Verleihung mit der Urkunde; Niko Tinbergen im Hintergrund (aus Festetics 1983, S. 123, Abb. 200).

B. Hauptaussagen der Vergleichenden Verhaltensforschung bis 1943

Am 17. Februar 1936 hielt der damals 32jährige Konrad Lorenz einen Vortrag im Harnackhaus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem „Zur Kritik der Begriffsbildung des Instinktes" (Lorenz 1937). Mit einer Fülle von Beobachtungen, teils eigenen, teils aus der Literatur entnommenen, *widerlegte* er in diesem Vortrag zwei damals übliche Anschauungen:

(a) Instinktverhalten sei in der Stammesgeschichte fließend in erlerntes und verstandesgesteuertes Verhalten übergegangen, und entsprechendes geschehe auch in der Individualentwicklung (Ontogenie) jedes Einzelwesens.

(b) Instinktives Verhalten diene nicht nur in seiner *Auswirkung* biologischen Zielen, es werde durch diese Ziele auch *in seinem Ablauf gesteuert*, beispielsweise indem bestimmte übergeordnete Instinkte (etwa „Brutpflege") die biologischen Ziele repräsentieren und die ausführenden Verhaltensweisen (z. B. Jungenfütterung) lenken. In-

stinktives Verhalten sei also nicht nur zweckmäßig, sondern auch, im eigentlichen Wortsinn, zielgerichtet.

Im Unterschied dazu, so legte LORENZ überzeugend dar, sei
- Instinktverhalten etwas grundlegend anderes als durch Lernen entstandenes Verhalten; beides könne sich im Verhaltensablauf ablösen, abwechseln oder verschränken („Instinkt-Dressur-Verschränkung"), aber niemals ineinander übergehen.
- Was ein Tier im Instinktablauf anstrebe, sei nicht die Erfüllung des biologischen Endzwecks – dieser sei ihm in der Regel gar nicht einsichtig –, sondern allein das Ablaufenlassen der betreffenden Instinktbewegungen.
- In diesem Sinne sei Instinktverhalten als „angestrebter Reflexablauf" zu verstehen.

Nach Vortragsschluß geschah zweierlei Ungewöhnliches:

1. Als letzter Redner der Diskussion meldete sich Max HARTMANN (1876–1962), Direktor des KWI für Biologie, damals unbestrittene Autorität in wissenschaftlichen und erkenntnistheoretischen Fragen der Allgemeinen Biologie, und sagte: „Ich könnte manches zu dem, was Herr Lorenz gesagt hat, beitragen – vor allem Illustrationen –; da es aber sehr spät geworden ist, möchte ich Sie nur fragen, ob Ihnen allen klar geworden ist, daß hiermit ein Feld der induktiven Naturforschung zugänglich gemacht ist, das bisher ausschließlich Tummelplatz unfruchtbarer geisteswissenschaftlicher Spekulationen war. Und zwar durch einen Weg, den wir ausschließlich Herrn Lorenz verdanken."

   Der neu entstandene Wissenszweig nannte sich „Vergleichende Verhaltensforschung" (womit der Vergleich zwischen verschiedenen Tieren und mit dem Menschen gemeint ist) oder Ethologie. Konrad LORENZ hat die eben zitierte Aussage Max HARTMANNS überliefert (LORENZ/KREUZER 1981); er selbst aber hat die Begründung der Ethologie stets früher datiert, nämlich auf 1910, und sie – ohne Vorbehalt – seinem wissenschaftlichen Lehrer Oskar HEINROTH zugeschrieben (HEINROTH, K. 1971).
2. Nun das zweite Ungewöhnliche im Anschluß an Konrad LORENZ' Vortrag 1936: Nach dem Abschluß der Diskussion stürmte ein Hörer, der fast während der ganzen Vortragszeit begeistert gelauscht, in den letzten Minuten aber in seiner Mimik Enttäuschung, ja fast Entsetzen ausgedrückt hatte, der 29jährige Zoologe Erich VON HOLST, zu LORENZ und überzeugte ihn in wenigen Minuten davon, daß die letzte seiner vorgetragenen Vorstellungen von Grund auf falsch gewesen war: Instinktives Verhalten sei *nicht* aus Reflexen zusammengesetzt! Entscheidend für instinktives Verhalten seien keine durch Außenreize hervorgerufenen *Reaktionen*, sondern die spontan entwickelte *Eigenaktivität des Zentralnervensystems*. – Hiermit begann die lebenslange Zusammenarbeit der beiden Forscher; und der 17. Februar 1936 wurde zum Geburtstag nicht nur der Vergleichenden Verhaltensforschung, sondern auch der Verhaltens*physiologie*.

Nun folgen, illustriert durch einige der allbekannten Beispiele, zehn der wichtigsten Aussagen, die Konrad LORENZ teils als 32jähriger im eben genannten Berliner Vortrag, teils sieben Jahre später in der umfassenden Arbeit „Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung" (LORENZ 1943) als gedankliche Schwerpunkte der neuen Wissenschaftsrichtung etabliert hat. Ich lernte diese Aussagen seinerzeit in meiner Studenten- und Kriegsdienstzeit kennen, habe sie voller Wissensdurst in mich aufgenommen und war aufs tiefste beeindruckt.

1. *Instinktbewegungen* verdanken ihre Entstehung keinem Lernen (etwa durch Nachahmung). Sie sind den Tieren mitgegeben, d.h. angeboren bzw. genetisch bedingt

(also durch die genbedingte Entwicklung ihrer physiologischen Grundlagen entstanden). Sie sind in der Regel von Tierart zu Tierart verschieden; Oskar HEINROTH nannte sie dementsprechend *„arteigene Triebhandlungen"*. Man kann sie, wie gestaltliche Merkmale, als Kennzeichen für die Artzugehörigkeit verwenden; Abb. 6 zeigt ein Beispiel. Neuere Ausdrücke für Instinktbewegungen sind: „angeborenes Bewegungsmuster", „Erbkoordination" und „formstarre Bewegung". Die Berechtigung für den letzten dieser Ausdrücke wird veranschaulicht durch Abb. 7.

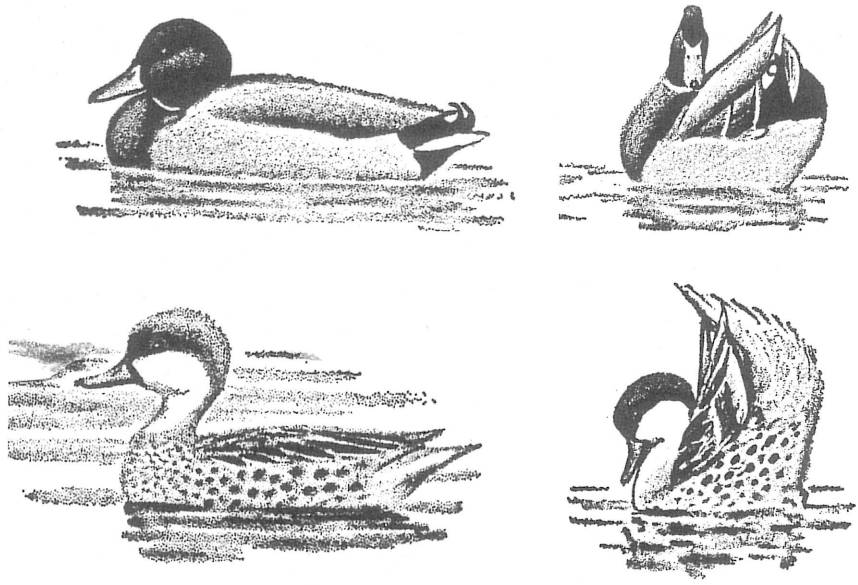


Abb. 6 Eine zur Gesellschaftsbalz von Enten gehörende Erbkoordination, die bei verschiedenen Arten stets unterschiedlich abläuft, also ein Artmerkmal ist: Oben links Stockerpel, Ausgangsstellung zur Gesellschaftsbalz; oben rechts dgl. „Kurz-Hoch"-Bewegung: Kopf und Schwanz etwa gleich hoch. Unten links Bahama-Erpel, Normalhaltung, unten rechts dgl. „Kurz-Hoch"-Bewegung: Schwanz deutlich höher als der Kopf. (Aus LORENZ 1941a)

2. Instinktbewegungen werden durch *Schlüsselreize* ausgelöst, ohne daß die Tiere Einsicht in die Funktion ihres Verhaltens haben. LORENZ sprach im Fall von Schlüsselreiz-*Mustern* von „angeborenen Schemata", die innerhalb des Tieres durch „angeborene auslösende Mechanismen" ausgewertet, d.h. „erkannt" werden, worauf nun das zugehörige Verhalten in Gang kommt. Durch „Attrappenversuche" lassen sich die angeborenen Schemata erforschen. Abb. 8 zeigt ein Beispiel: LORENZ war eines Tages bei sinkender Dämmerung vom Bad in der Donau nach Hause gekommen und eilte aufs Hausdach, um die freifliegenden Dohlen wie allabendlich in den Käfig zu lokken. Plötzlich geschah etwas nie Erlebtes: Die sonst verträglichen, ja freundlichen Dohlen stürzten sich auf ihn mit wütenden Schnarrlauten und attackierten seine linke Hand mit schmerzhaften Schnabelstößen. Was war der Grund? Diese Hand hielt die

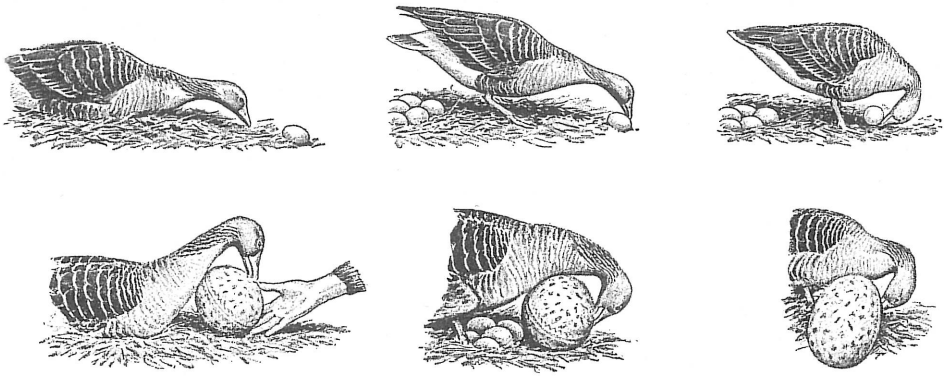


Abb. 7 Eirollbewegung bei der Graugans: Ein außerhalb des Geleges befindliches Ei wird von ihr in einem typischen Bewegungsablauf ins Nest „zurück"gerollt, und zwar auch dann, wenn ihr ein künstliches, viel zu großes Ei angeboten wird. Die Kopfbewegung wird *formstarr* fortgesetzt, auch wenn das zu große Ei schon seitlich herausgerollt ist, siehe letztes Bild. Dieses Verhaltensmuster wurde gemeinsam von Konrad Lorenz und Niko Tinbergen erforscht (Zeichnungen zusammengestellt aus Lorenz/Tinbergen 1938).

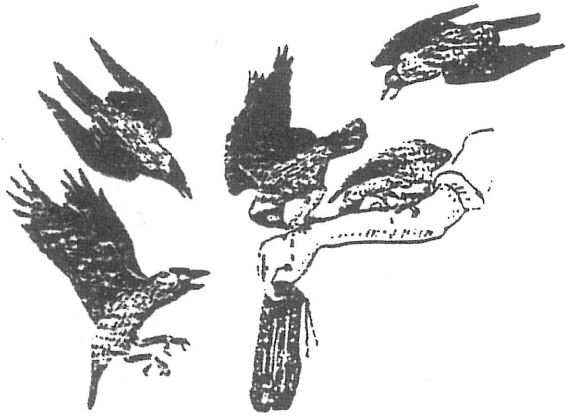


Abb. 8 Schlüsselreiz: Eine nasse schwarze Badehose genügte als Auslöse-Schema für eine Gruppenaggression beim sonst vertrauten Dohlenschwarm (aus Lorenz 1949, S. 66).

vom Bad in der Donau noch nasse schwarze Badehose und schwenkte sie bei den Kletterbewegungen hin und her. Bei den Dohlen hatte dies das Auslöse-Schema „etwas Schwarzes wird von einem größeren Lebewesen getragen" ansprechen lassen, das für sie die Bedeutung „Dohle in den Fängen eines Räubers" besitzt und den sofortigen Angriff auch auf weit überlegene Feinde auslöst.

Dieses Tier-Erlebnis veranschaulicht das Prinzip des „angeborenen Schemas" darum besonders deutlich, weil das auslösende Reizmuster hier erheblich merkmalsärmer ist als das Gesamtbild, das unser Gestaltsehen registriert; dies läßt die Besonderheit dieses „schematisierenden" Wahrnehmungs- und Auslösungsprozesses sichtbar werden. – Ferner liefert diese Beobachtung auch ein Beispiel für etwas ganz anderes, für eine spezielle *Aggressionsform*, die Gruppenaggression: Der Angriffslaut, von wenigen Tieren geäußert, löst die Aggression auch bei den übrigen Gruppenmitgliedern aus, d.h. diese Form der Aggression ist – im Unterschied zu anderen Aggressionsarten – *ansteckend.*

3. *Prinzip der doppelten Quantifizierung:* Die Intensität(sstufe) einer ausgelösten Instinktbewegung hängt von *zwei* Faktoren ab, erstens von der im Augenblick bestehenden Anhäufung reaktionsspezifischer Erregung, zweitens von der Intensität des einwirkenden Außenreizes. Geringe Bereitschaft und starker Reiz können unter Umständen genau dieselbe Intensität und Form der Antwort bewirken wie starkes Erregungspotential und schwacher Reiz.
4. Es gibt auch Verhalten im *Leerlauf.* Lorenz berichtet: „Ich besaß einst einen jungaufgezogenen Star, der den gesamten Handlungsablauf der von einer Warte betriebenen Fliegenjagd als Leerlaufreaktion brachte, und zwar mit einer Menge von Einzelheiten, die auch ich bis dahin für zweckgerichtete Bewegungen und nicht für instinktmäßig gehalten hatte. Er flog auf den Kopf einer bestimmten Bronzestatue in unserem Wohnzimmer und musterte von diesem Sitze aus andauernd den ‚Himmel' nach fliegenden Insekten, obwohl an der Decke des Zimmers keine vorhanden waren. Plötzlich zeigte sein ganzes Verhalten, daß er eine fliegende Beute erblickt hatte. Er vollführte mit Augen und Kopf eine Bewegung, als verfolgte er ein dahinfliegendes Insekt mit seinen Blicken, seine Haltung straffte sich, er flog ab, schnappte zu, kehrte auf seine Warte zurück und vollführte die seitlich schlagenden Schleuderbewegungen mit dem Schnabel, mit denen sehr viele insektenfressende Vögel ihre Beute gegen die Unterlage, auf der sie gerade sitzen, totzuschlagen pflegen. Dann vollführte er mehrmals Schluckbewegungen, worauf sich sein knapp angelegtes Gefieder etwas lockerte und in vielen Fällen der Schüttelreflex eintrat, ganz, wie er nach einer wirklichen Sättigung einzutreten pflegt. Sein ganzes Verhalten ahmte so täuschend den seinen biologischen Sinn erfüllenden Ablauf nach, daß ich nicht nur einmal, sondern wiederholt auf einen Stuhl kletterte, um nachzusehen, ob mir nicht doch bisher irgendwelche kleinsten fliegenden Insekten entgangen wären. Es waren wirklich keine da." – Noch ein weiteres Beispiel: Gänse machen, wenn sie satt sind und in dem betreffenden klaren Wasser nichts finden, unermüdlich die Bewegungen des Gründelns. – Beobachtungen wie diese sind gewichtige Argumente für die schon erwähnte Grundaussage: im Rahmen des instinktiven Verhaltens wird das *Verhalten* und nicht der biologische Endzweck „angestrebt". Der Erregungsdruck kann durch Nicht-Auslösung im Laufe der Zeit ansteigen. Durch die *Endhandlung* wird das „aktionsspezifische Potential" des Instinktverhaltens aufgebraucht und nimmt erst danach spontan wieder zu.
5. Die Vorstellung, das Zentralnervensystem könne in diesem Sinne *spontan und von sich aus* Erregung produzieren und nicht nur als Reflexantwort auf Reize, war damals den Physiologen dermaßen fremd, daß sie meinten, damit hätte Lorenz das Entstehen von Energie aus dem Nichts behauptet; dies sei Vitalismus und verstoße gegen das Kausalgesetz. Um diesen Vorwurf zu entkräften, und um zu zeigen, daß seine Vorstellung mit dem Kausalgesetz überhaupt nicht im Widerspruch steht, hat Lorenz ein

mechanisches Modell, das genau dasselbe Verhalten offenbart, ohne akausal zu sein, entworfen und es erstmalig im „Russischen Manuskript", also zwischen 1944 und 1948 (LORENZ 1992) zu Papier gebracht. LORENZ hat ein solches „Triebmodell" zunächst nur beschrieben (1937) und erst später auch gezeichnet (Abb. 9).

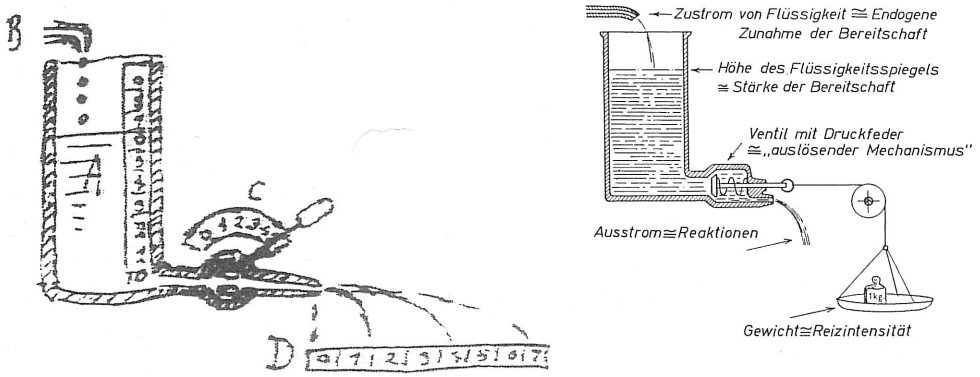


Abb. 9 Das „Triebmodell" von Konrad LORENZ, das den auslösenden Mechanismus mit dem inneren Antrieb, der Zunahme der Bereitschaft, eine Handlung auszuführen, als Modell vorstellt (links Handzeichnung von LORENZ, rechts spätere Fassung nach Lorenz 1978a, Abb. 18a, umgezeichnet und neu beschriftet).

Wer das LORENZsche Triebmodell nachträglich als „Psychohydraulik" bespöttelt, hat weder dessen damalige historische Rolle begriffen, noch erfaßt er die Bedeutung des Modelldenkens in den Naturwissenschaften überhaupt.

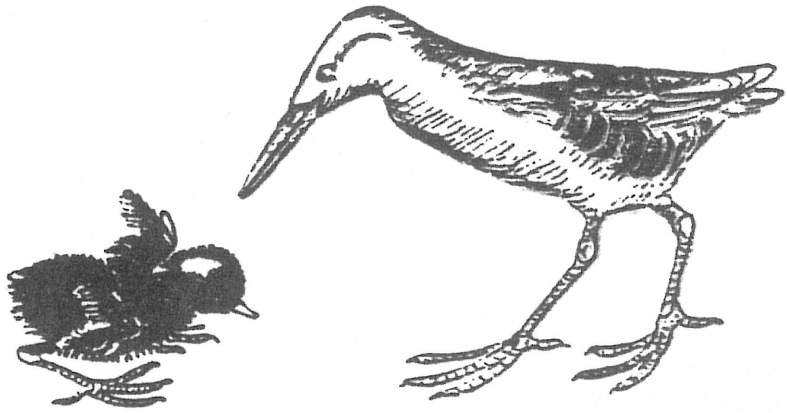


Abb. 10 Demutshaltung und Tötungshemmung: das Küken der Wasserralle zeigt dem erwachsenen Tier einen roten Fleck am Hinterkopf, woraufhin ein Angriff unterbleibt (LORENZ 1949, S. 204).

6. Zu den berühmtesten Entdeckungen, die wir Konrad LORENZ verdanken, gehören die *Demutshaltung* und die *Tötungshemmung*: Wenn artgleiche Angehörige desselben Sozialverbandes, z. B. Wölfe, miteinander kämpfen, so ist es nicht die Regel, daß der Sieger nach dem Kampf seine Überlegenheit ausnutzt und den Unterlegenen verletzt oder tötet. Vielmehr nimmt der Unterlegene eine Haltung ein, die *Unterwerfung* ausdrückt. Dies wirkt beim Sieger als Schlüsselreizmuster und unterdrückt den weiteren Angriff, ja manchmal folgt darauf eine regelrechte „Versöhnung" im gemeinsamen Spielen (LORENZ 1943). Ein Beispiel aus einem anderen Verhaltensbereich zeigt Abb. 10 (S. 19).
7. Man spricht von *Prägung*, wenn ein Lernvorgang nur in einer bestimmten Lebensepoche, der „sensiblen Phase", möglich ist und nach deren Verstreichen weder nachgeholt noch durch Umlernen verändert werden kann. Durch Prägung entstehen Bindungen. Sie legen fest, worauf sich künftig bestimmte Reaktionen des betreffenden Tieres richten werden; bei manchen von Konrad LORENZ aufgezogenen Dohlen waren durch Prägungsvorgänge die Mitfliege-Reaktionen auf Nebelkrähen, die Balzhandlungen auf den Menschen und die Jungenfürsorge auf junge Dohlen gerichtet.

   Der 29jährige Konrad LORENZ wollte einmal ganz genau beobachten, wie ein Graugansküken aus dem Ei schlüpft. Das Tierchen hatte schon mit dem Eizahn von innen her eine kreisrunde Furche in die Schale gesprengt, die dadurch entstandene Kappe nach außen gedrückt, und es hatte sich aus der Schale befreit. Nun ruhte es aus und sah mit schwarzem Auge ins Antlitz des aufmerksam beobachtenden Mannes. Da machte dieser eine Bewegung und sagte irgendein Wort. Hierauf antwortete der kleine Vogel: Er vollzog die angeborene Gebärde des Grüßens nach Art der Graugänse, senkte seinen Kopf mit vorgestrecktem Hals und nach unten durchgedrücktem Nakken und äußerte den dazugehörigen Laut; dieser klang allerdings wegen der Kleinheit und Schwäche des Vögelchens nur wie ein Wispern, war aber als Grußlaut unverkennbar.

   Damit war die Beobachtung abgeschlossen. Konrad LORENZ nahm das Gössel und schob es ins Bauchgefieder der Hausgans, die als Pflegemutter ausersehen war. Kein Gedanke, daß sich das Gössel nicht an sie anschließen würde. Aber daraus wurde nichts: Immer wieder verließ das Gössel die wärmenden Gänsefedern, folgte dem Menschen, wenn dieser sich entfernte, mit flehentlichem Verlassenheitslaut und suchte nur bei ihm Wärme, Schutz und Betreuung. Konrad LORENZ „adoptierte" daraufhin das kleine Wesen und folgte damit, wie er sagte, der Verpflichtung, die er auf sich genommen hatte, indem er der „Musterung des dunklen Äugleins standgehalten und mit einem unbedachten Wort die erste Begrüßungszeremonie ausgelöst hatte". Hierdurch war eine Bindung entstanden, die Bindung zwischen einem Jungtier und seinem Betreuer. Das Gössel bekam in feierlicher Taufe den Namen Martina. Erst 17 Jahre später (LORENZ 1949) hat LORENZ diese Begebenheit aller Welt bekannt gemacht.

   Nach der Besprechung der Kind-Eltern-Prägung nun noch ein Beispiel für *sexuelle* Prägung: Ein Türkenerpel, von Graugänsen erbrütet und aufgezogen, erwählte diese später zum alleinigen Objekt seiner sexuellen Instinkte.

   Allgemein gilt: Bei der Entstehung von Prägung
   - sind Lohn und Strafe nicht beteiligt;
   - besteht zeitliche Beschränkung für den Vorgang der Einprägung: sensible Phase;
   - besteht Irreversibilität: Das Eingeprägte kann später weder vergessen noch umgelernt werden (falls die Reaktion nicht als ganzes verschwindet).

8. Seiner Herkunft nach sowohl Zoologe als Arzt, interessierten Konrad LORENZ auch später Tier und Mensch gleichermaßen. Kaum hatte er an Tieren die *„angeborenen Schemata"* studiert, so fiel ihm entsprechendes auch *beim Menschen* auf. Nur werden beim Menschen in der Regel nicht gleich Instinkthandlungen ausgelöst, sondern – gleichsam als Vorstufe dazu – Affekte und gefühlsmäßige Neigungen. Ein Beispiel dafür bildet das Kindchenschema (Abb. 11). Mit diesem Ausdruck bezeichnete LORENZ die Kombination aus den Merkmalen große Augen, hohe Stirn, kurze Nase und vorgewölbte Bäckchen, die ein Kindergesicht niedlich und herzig erscheinen lassen, was den menschlichen Pflegetrieb anspricht. Als im 19. Jahrhundert Baby-Puppen aufkamen, formte man deren Gesichter, ohne sich dessen bewußt zu sein, nach dem Kindchenschema; es erhöhte den Kauferfolg, je stärker man die Merkmale des Kindchenschemas zur Geltung brachte, ja – bis zum gewissen Grade – übertrieb. Auch in unserem Verhältnis zu Tieren ist das Kindchenschema wirksam: Unter seinem Einfluß entzücken uns junge Katzen und Koalabären (die Vorbilder des Teddybären), während wir zu manchen Affenbabies wegen deren hagerer Gestalt ohne vorspringende Bäckchen spontan kaum zärtliche Regungen verspüren.

   Die Entdeckung des Kindchenschemas kann man als Begründung der *auf den Menschen* bezogenen vergleichenden Verhaltensforschung, der *Humanethologie*, ansehen.

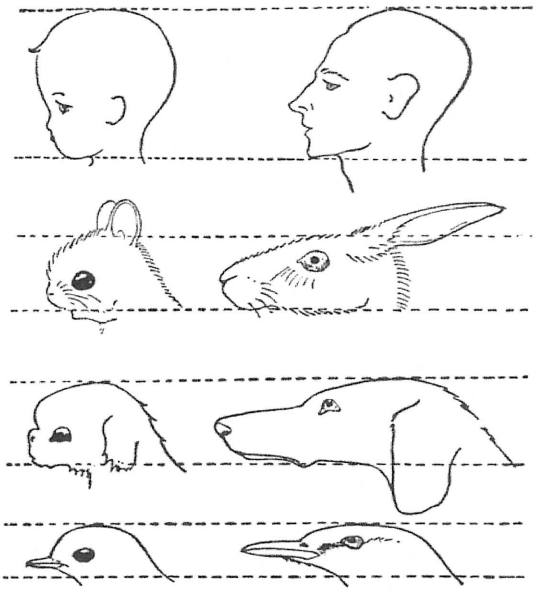


Abb. 11 Kindchen-Schema. Links von jedermann als „niedlich" empfundene Kopf-Proportionen (Kind, Wüstenspringmaus, Pekineser, Rotkehlchen), rechts weniger „Brutpflegetendenz" auslösende Verwandte (Mann, Hase, Jagdhund, Pirol). Zeichnung von Konrad LORENZ aus LORENZ 1943, wiedergegeben in LORENZ 1965, Bd. II, S. 157, und LORENZ 1978, S. 131.

9. Unter den in der menschlichen Natur verwurzelten geistigen Befähigungen imponierte Konrad Lorenz besonders eine Leistung, die für ihn zentral zu seinem Menschenbild gehörte, die er aber gleichwohl als einen fast mathematisch arbeitenden physiologischen Mechanismus verstand: „Wir besitzen [...] einen Verrechnungsapparat, der imstande ist, schier unglaubliche Zahlen einzelner ‚Beobachtungsprotokolle' aufzunehmen, [...] über lange Zeiträume festzuhalten und [...] echt Statistik mit ihnen zu treiben. [...] Unsere Gestaltwahrnehmung ist fähig, aus einer Vielzahl von Einzelbildern, auch wenn jedes mehr akzidentelle als essenzielle Daten enthält, [...] die essenzielle Invarianz zu errechnen." Wie hoch Konrad Lorenz diese von ihm oft als *Gestaltwahrnehmung* bezeichnete Fähigkeit im Vergleich zur begrifflichen Verstandesfähigkeit einschätzte, beweist seine Feststellung: „Die Gestaltwahrnehmung kann viel mehr Merkmale in ihre Kalkulation einbeziehen als die menschliche Ratio." Konrad Lorenz war nun ein viel zu souveräner Geist, als daß er sein Aufmerksammachen auf die Gestaltwahrnehmung als Erkenntnisquelle zugleich als Versuch einer Abwertung der experimentellen und mathematisch-theoretischen Analyse hätte verstanden wissen wollen. Im Gegenteil bekannte er sich zu folgender Aussage: „Zur Naturforschung bedarf man – als legitimer Quelle wissenschaftlicher Erkenntnis – der Gestaltwahrnehmung, aber mit dieser Wahrnehmung beginnt eigentlich erst die wissenschaftliche Arbeit: nämlich die Aufgabe, den Nachweis ihrer Richtigkeit [...] zu erbringen." (Lorenz 1978a)
10. *Gruppenaggression beim Menschen*: Auf Situationen, deren sinnvolle Beantwortung im Einsatz sozialer Kampfreaktionen besteht, sprechen wir mit dem spezifischen Erlebnis der Begeisterung an, das bei genügender Intensität mit sehr vielsagenden motorischen Vorgängen verbunden ist: Es „überläuft" uns. Dieses Gefühl. geht einher mit dem Sträuben unserer Körperhaare auf dem Oberrücken und an der Außenseite der Arme. Dies macht beim fast haarlosen Menschen freilich nicht viel aus und würde uns überhaupt nicht auffallen, hätte nicht der Schimpanse dieselbe Armhaltung in gleicher Koppelung mit Sträuben derselben Haarbezirke auf Rücken und Armen, was bei ihm, von vorne gesehen, eine sehr merkliche Änderung und Vergrößerung des Körperumrisses bedingt. Der Mensch sträubt also im Affekt der kämpferischen Begeisterung einen Pelz, den er gar nicht mehr hat; das Arbeiten der *Musculi arrectores pilorum* bei Kampfstimmung hat beim Menschen das Haarkleid um ein paar tausend Jahre überlebt (Lorenz 1943).

C. Weltbekannt gewordene Bücher

Zum öffentlichen Paukenschlag wurde 1963 das Buch *Das sogenannte Böse* mit dem Untertitel „Zur Naturgeschichte der Aggression" (Lorenz 1963). Bislang an die Vorstellung vom erbarmungslosen „Kampf ums Dasein" in der freien Natur gewöhnt, verblüffte es den Leser, daß ausgerechnet die wehrhaftesten Raubtiere ihre gegenseitigen Kämpfe keineswegs bis zum bitteren Ende, bis zum Tode des unterlegenen führen; im Gegenteil, etwa beim Kampf zwischen den stärksten Rüden eines Wolfsrudels bietet der unterlegene Kämpfer dem Sieger unvermittelt seine verletzlichste Körperstelle, die seitliche Partie mit der Halsschlagader, offen dar, woraufhin der Sieger seine Überlegenheit nicht ausnutzt, sondern den Verlierer schont. Lorenz hatte eine solche Szene mit eigenen Augen im Londoner Whipsnade-Zoo beobachtet. Ausgerechnet die Tauben, die Friedensvögel, dagegen entwickeln keine solche Hemmung, sondern können unterlegene Artgenos-

sen im Kampf grausam umbringen. Im Spiegel dieser Beobachtungen verstand sich der *Mensch* plötzlich von einer neuen Seite: Wir besitzen Fernwaffen – vom geschleuderten Stein bis zum Speer, vom Gewehr bis zur Bombe –, und unsere Augen sehen den Gegner nicht mehr, wir hören seine Schreie nicht. Letztlich ist es eine Folge der Zivilisation: Dem Angegriffenen fehlt jede Chance, die Botschaft „Unterwerfung! Frieden schließen!" an den todbringenden Angreifer gelangen zu lassen, und dieser handelt mangels menschlicher Rückmeldung kalt und rational.

An sich aber, so lehrte LORENZ im Sinne von Charles DARWIN (1809–1882) weiter, sind Aggression und Kampf lebensfördernd und „arterhaltend", auch die Gruppenaggression, deren Ziel er selbst, badehosehaltend, für seine Dohlenschar geworden war: Der Feind der Gruppe wird bedingungslos angegriffen, wobei diese Form der Aggressivität zum Nutzen der Gesamtgruppe von Tier zu Tier ansteckend ist und so eine rückhaltlose Kampfes-Solidarität herstellt. Auch diese Aggressions-Erfahrung aus dem Tierreich läßt den Betrachter sogleich an den Menschen denken. Auch bei uns gibt es blinden Kriegsrausch, kriegsbedingte Gruppensolidarität, Enthemmung jeder Grausamkeit gegen den Gruppenfeind (vor allem, wenn dieser fremde Götter anbetet); zusätzlich gibt es die Projektion dieser Verhaltensschemata in die Bereiche der Sprache, des Denkens und des Wertens: Diffamierung, Schablonendenken und Freund-Feind-Schematismus. LORENZ entlarvt hier insbesondere die kollektive aggressive Begeisterung, die uns noch aus der minutenlangen Sportpalast-Reaktion auf den Ausruf des Josef GOEBBELS: „Wollt ihr den totalen Krieg?" in den Ohren klingt: Hier sind naturhafte Anteile im Wesen des Menschen angesprochen, wie sie von Agitatoren aller Geschichtsepochen ausgenutzt wurden: Den Gegner als verhaßten Gruppenfeind zu brandmarken, schweißt die eigenen Anhänger zusammen, macht sie psychisch kriegsbereit und hält die Kampfstimmung aufrecht.

Das Buch hat viel Zustimmung, aber auch heftige Kritik auf sich gezogen, gerechtfertigte und ungerechtfertigte, vor allem: Der Hinweis auf das Angeborensein des menschlichen Aggressionsverhaltens könne als Entschuldigung der Gewalt in Vergangenheit und Zukunft dienen. Liest man aber sorgfältiger, so ist für LORENZ gerade das gegenteilige Motiv maßgebend: Wenn es gilt, einer naturgegebenen Tendenz durch Moral, Vernunft und Erziehung zu steuern, so muß man die Gefahr *kennen* und, falls man sie nicht kennt, sie *erforschen*!

Eine andere Aussage von Konrad LORENZ, die viel Kritik herausgefordert hat, lautet: Wie bei vielen Tierarten, so sei auch im Menschen ein Aggressions*trieb* wirksam, der, wenn er nicht ausgelebt wird, von innen her immer stärker zur aggressiven Aktion dränge. Diese These soll etwas später – in anderem Zusammenhang – zur Sprache kommen.

Zunächst aber sei erwähnt, daß 1965, zwei Jahre nach dem Buch *Das sogenannte Böse*, die meisten der alten LORENZschen Zeitschriftenarbeiten von 1931 an in zwei Sammelbänden erschienen: *Über tierisches und menschliches Verhalten. Gesammelte Abhandlungen* (LORENZ 1965). Sie wurden bis 1990 in 156000 bzw. 114000 Exemplaren gedruckt, für Nachdrucke von 34 bis 23 Jahre alten wissenschaftlichen Arbeiten gewiß ein einmaliger Rekord.

Auch eine zweite gedankliche Entwicklung hat Konrad LORENZ Beachtung eingebracht, nämlich das schon eingangs erwähnte Bemühen: Strukturen unseres Geistes als Anpassungen an biologische Lebensnotwendigkeiten zu verstehen. Da sich die biologische Anpassung im Laufe der Evolution einstellt, heißt das auf diesen Gedanken aufbauende philosophische System „evolutionäre Erkenntnistheorie". Darüber gibt es inzwischen Bücher mehrerer Autoren. LORENZ selbst hat hier den ersten auf Erkenntnistheorie

abzielenden Bestseller verfaßt mit dem hintergründigen Titel *Die Rückseite des Spiegels* (LORENZ 1973a). Darin ist besonders wichtig die klare Widerlegung aller „Ismen" wie Mechanismus, Physikalismus, Biologismus und Psychologismus, sofern diese Denkrichtungen „sich anmaßen, die für höhere (Seins-) Schichten kennzeichnenden Gesetzlichkeiten mit den Geschehenskategorien von tieferen Seinsschichten zu erklären". Konrad LORENZ prägte für diesen leider häufig begangenen theoretischen Fehler die Bezeichnung „Grenzüberschreitung nach oben". Wo aber durch besondere Wechselwirkungen zwischen Elementen einer tieferen Seinsschicht etwas unerwartetes Neues in einer höheren Seinsschicht entsteht – aus materiellen Wechselwirkungen das Leben, aus dem Evolutionsgeschehen der Mensch –, da bediente sich Konrad LORENZ des Ausdrucks „Fulguration" und damit des ehrwürdigen Gleichnisses des fruchtbaren Blitzes; und zugleich verdammte er voll Zorn den gleichbedeutenden Ausdruck „Emergente". Er verwarf damit das Bild vom Auftauchen des Neuen aus dem Meer, erneuerte die Urdiskussion zwischen ANAXAGORAS und THALES, zwischen den Vulkanisten und den Neptunisten, und stellte sich dabei als Feuergeist auf die Seite des ANAXAGORAS.

Schon früh hat Konrad LORENZ nicht nur beobachtet und analysiert, sondern sich auch über die Methode der induktiven Forschung, der Tatsachenforschung, Gedanken gemacht. Vor allem hat er sich selbst beim Lösen von Forschungsproblemen beobachtet. Dabei beeindruckte ihn eine Fähigkeit seiner selbst und des menschlichen Geistes allgemein, die nur selten zur Sprache kommt: das seherische Entdecken von Gesetzen im scheinbaren Chaos. Es trifft den Menschen wie eine Offenbarung. LORENZ nennt es „Gestaltwahrnehmung" und erinnert uns damit an die Fähigkeit unseres Sehvermögens, aus der scheinbaren Wirrnis eines Vexierbildes urplötzlich, wenn auch vielleicht erst nach längerem Anschauen, eine bekannte Figur herauszugliedern. Diese Fähigkeit des intuitiven Gestaltsehens sei, so sagt Konrad LORENZ, sein eigentliches wissenschaftliches Organ beim Erfassen der Wirklichkeit, ihm verdanke er seine Entdeckungen. – Grundsätzlich folgt dann aber auf die Gestaltwahrnehmung die harte Forschungsarbeit, um das Erschaute auf Herz und Nieren zu prüfen und es gegebenenfalls als wirklich zutreffend nachzuweisen (LORENZ 1965, Bd. II).

D. Das Menschenbild von Konrad Lorenz

Zum Menschenbild von Konrad LORENZ gehörte die in der menschlichen Natur verankerte Beeinflußbarkeit seiner Emotionen und gegebenenfalls seines Handelns durch bestimmte Wahrnehmungsmuster. Als Beispiel schilderte er die Bereitschaft zur Aggression gegen Gruppenfeinde: „Der Mensch spricht mit geradezu reflexhafter Voraussagbarkeit auf Situationen an, die eine kämpferische Verteidigung [...] einer sozialen Einheit verlangen. Die besondere Gefährlichkeit [...] solcher Begeisterung liegt darin, daß in diesem Zustand dem Menschen alle Werte als nichtig erscheinen, mit Ausnahme des einen, für den er sich im Augenblick begeistert. [...] Vor allem verlieren leider alle [...] Hemmungen, Mitmenschen zu schädigen oder zu töten, viel von ihrer Macht [...] Vernunftmäßige Erwägungen, die gegen das von der mitreißenden Begeisterung diktierte Verhalten sprechen, erscheinen dann oft geradezu als niedrig und entehrend." In dieser Veranlagung des Menschen liegt eine tiefe Tragik, deren Schilderung zu dem Packendsten gehört, was Konrad LORENZ über sein Bild vom Menschen geschrieben hat: „Das ist der Januskopf des Menschen: Das Wesen, das allein imstande ist, sich begeistert dem Dienste des Höchsten zu weihen, bedarf dazu einer verhaltensphysiologischen Organisation, deren tieri-

sche Eigenschaften die Gefahr mit sich bringen, daß er seine Brüder totschlägt, und zwar in der Überzeugung, dies im Dienste eben dieses Höchsten tun zu müssen. Ecce homo!"

Ist der Mensch dieser in den Abgründen seiner Natur verankerten **Verführbarkeit** zu Haß und Grausamkeit, und überhaupt den in ihm liegenden biologischen Reaktionsnormen ganz ausgeliefert? Konrad LORENZ verneinte dies mit Nachdruck: „Wäre alles phylogenetisch Programmierte [...] unbeeinflußbar durch Lernen und Erfahrung, so wäre der Mensch der verantwortungslose Spielball seiner instinktiven Antriebe. Alles kulturelle Zusammenleben hat zur Voraussetzung, daß der Mensch seine Triebe zu zügeln lernt."

Dieses Zitat hat zur Fortsetzung: „Aber die Herrschaft, die Vernunft und Verantwortlichkeit ausüben, ist nicht von unbegrenzter Stärke." Konrad LORENZ fragte sich, wie die Macht der Vernunft und das Bewußtsein der Verantwortlichkeit zu steigern seien. Eine erste entscheidende Voraussetzung hierfür liefern nach seiner Überzeugung die Naturwissenschaften. „Wo immer der Mensch die Macht erlangt hat, ein Naturgeschehen willkürlich in bestimmter Richtung zu lenken, verdankt er [...] [diese Macht] seiner Einsicht in die Verkettung der Ursachen, die [...] [das Geschehen] bewirken." Daraus folgt für künftiges humanes Handeln: „Der Einsicht in die Ursachenketten unseres eigenen Verhaltens kann unserer Vernunft und Moral [...] die Macht verleihen, dort lenkend einzugreifen, wo der kategorische Imperativ, auf sich allein gestellt, hoffnungslos scheitert." Die zweite Voraussetzung für Zuwachs an Macht für die Vernunft und die Verantwortlichkeit lautet, in Worten von LORENZ: „Es bedarf [...] eines nicht vernunft-, sondern gefühlsmäßigen Faktors, um eine vernunftmäßige Erkenntnis in einen Imperativ zu verwandeln." Hier fühlte sich Konrad LORENZ persönlich gefordert, wie er es auch in seinem Ausspruch formuliert hatte: „Die Weisen der Menschheit sind auch die Verantwortlichen der Menschheit", und zwar in beiden eben formulierten Hinsichten: erstens der Einsicht in die Ursachenketten und zweitens der Förderung der gefühlsmäßigen Faktoren, die der Einsicht die Macht verleihen können, handlungsbestimmend zu werden.

Hier richtete Konrad LORENZ seine Hoffnung auf die *Jugend* und begründete dies unter anderem so: „Junge Menschen beginnen mit dem Herannahen der Pubertät ihre Bindung in die Riten und Normen sozialen Verhaltens zu lockern, die ihnen durch die Familientradition überliefert sind. Gleichzeitig werden sie für neue Ideale empfänglich, die sie zu ihrer eigenen Sache machen können und für die sie [...] kämpfen wollen." Ob die jungen Menschen solche Ideale in ihrer Welt antreffen, ob sie ihnen in Vorbildern begegnen, aber auch, ob den Kindern überhaupt die für ihre Persönlichkeitsentwicklung notwendigen geistigen Entfaltungsbedingungen gewährt werden, dafür sind wir, die Erwachsenen verantwortlich. Die folgenden sechs, von Konrad LORENZ (1983) vorgetragenen Besorgnisse, Warnungen und Appelle mögen manchem allzu schlicht, überholt, zu wenig originell oder zu wenig provokativ vorkommen; aber sie ergeben sich aus dem Bild vom Menschen, das Konrad LORENZ entwickelt hat; und wir müssen damit rechnen, daß es sich um wirklich entscheidende anthropologische Konstanten und Voraussetzungen für das Heranreifen verantwortlich handelnder, belastungsfähiger Persönlichkeiten handelt.

- „Spielen ist der Inbegriff schöpferischer Aktivität, und deshalb ist es im allerhöchsten Maße beunruhigend, wenn Kinder vor dem Fernseher sitzen, anstatt zu spielen."
- „Ein junger Mensch ist jeglicher Propaganda besonders zugänglich, wenn er sich gerade im Stadium der Ablösung von den Traditionen des Elternhauses befindet. Zu dieser Zeit hat er ein ungeheuer starkes Bedürfnis, sich einer neuen Gruppe anzuschließen – mit dem unreflektierten Ziel, militant für die eigene Gruppe einzutreten. Jugendliche sind in diesem Alter [...] Freiwild für den Demagogen."

- „Wenn ein junger Mensch [...] in einer nur finanziell und industriell interessierten Umgebung aufwächst, wo soll der junge Mensch Ideale hernehmen? Es ist noch ein Glück, wenn er sich nicht an falsche Ideale hängt, wie an Pseudoreligionen, oder gar in die Rauschgiftsucht flieht."
- „Es ist eine [...] Aufgabe der Erziehung, dem heranwachsenden Menschen ein ausreichendes Material anschaulicher Tatsachen zu bieten, die es ihm ermöglichen, die Werte des Schönen und des Häßlichen, des Guten und des Bösen, des Gesunden und des Kranken überhaupt wahrzunehmen."
- „Man muß jungen Menschen die Möglichkeit zur Bewährung in schwierigen, Mut und Ausdauer fordernden Situationen geben, die ihren ganzen Einsatz fordern und ihnen die Freude am Erfolg zuteil werden lassen."
- „Man muß den jungen Menschen in die Situation bringen, daß er Ehrfurcht empfinden kann."

Konrad Lorenz hat ein Bild vom Menschen von einer ungeheuren Spannweite entwikkelt, dessen Anteile nicht isoliert dastehen, sondern durchgehend in ihren gegenseitigen Wirkungsbeziehungen dargelegt sind: von der Naturseite bis zur geistigen Sphäre, von der Menschwerdung in der Evolution bis zur Gestaltwahrnehmung als Organ der wissenschaftlichen Erkenntnis, von der Verführbarkeit des Menschen auf biologischer Ebene zu Gruppenhaß und Barbarei bis zu den uns Erwachsenen gestellten Aufgaben für die Gestaltung einer von Moral, Verantwortung, Chancenreichtum und Entfaltungsmöglichkeiten geprägten Umwelt für die Kinder und Jugendlichen aller Altersstufen. Sein Ausspruch „Das lang gesuchte Zwischenglied zwischen dem Tiere und dem wahrhaft humanen Menschen – *sind wir*", ist nicht nur ein brillantes Aperçu, sondern kennzeichnet den Start- und den Zielpunkt eines der Wirklichkeit gerecht werdenden, im persönlichen und politischen Handeln anwendbaren, Natur und Geist in ihrem Zusammenhang erfassenden Menschenbildes.

E. Fehler und Unvollkommenheiten

Auch das Werk dieses großen Forschers enthält Fehler und Unvollkommenheiten, und ich will vier davon zur Sprache bringen:

1. Wie alle Methoden, so kann gerade auch die intuitive Gestaltwahrnehmung mitunter, wie Lorenz selbst beschrieben hat, irreführen. Auch er mußte eine durch Gestaltsehen gewonnene, lange verfochtene Auffassung korrigieren: Im *Haushund* fließt, wie inzwischen schlüssig bewiesen wurde, trotz Konrad Lorenz' einstiger gegenteiliger Vermutung (Lorenz 1950a) kein Tropfen Schakalblut, er stammt ganz allein vom Wolf ab.

2. Durch eine Fülle von Beobachtungen sah Konrad Lorenz sich zunächst veranlaßt, scharf zwischen instinktiven und erlernten Verhaltenselementen zu unterscheiden. Wo sie kombiniert auftreten, vermutete er Lücken im instinktiven Ablauf, die dann durch Erfahrung ausgefüllt werden („Instinkt-Dressur-Verschränkung"). Diese Vorstellung dominierte noch im ersten Band der 1965 im Piper-Verlag, München, nachgedruckten, vorwiegend aus den Jahren 1931 bis 1938 stammenden Arbeiten und wurde wohl aus diesem Grunde bis vor kurzem als gültige Lehre der Ethologie aufgefaßt, vor allem seitens vieler Psychologen. So ist leider auch heute noch vielfach die Auffassung verbreitet, alles Instinktive sei starr und unabänderlich und alles Erlernte sei umlenkbar und flexibel. In Wirklichkeit ist schon Pavlovs bedingter Reflex – Speichelsekretion des hungrigen Hundes beim Glockenzeichen – ein Beweis für die mögliche *Veränderbarkeit* ange-

borenen Verhaltens: Die angeborene Speichelreaktion wird *erfahrungsbedingt* mit einem neuen, zuvor neutralen Reiz verknüpft. Andererseits kann auch *Erlerntes* starr und *unveränderlich* sein, wie schon Sigmund FREUDS Begriff der Fixierung ausweist. – Es ist also von Grund auf falsch, den Begriff „angeboren" einseitig mit der Eigenschaft „starr" und den Begriff „erlernt" stets mit dem Attribut „flexibel" zu verbinden.

So ist Konrad LORENZ auch schon vor Jahren von der Vorstellung abgerückt, „wie auf einer Perlenschnur" wechselten lernabhängige Abschnitte mit unveränderlichen instinktiven Verhaltensfolgen ab; er schrieb: „Es war falsch, die Begriffe des Angeborenen und des Erworbenen als disjunkte (also: einander ausschließende) Gegensätze zu formulieren." (LORENZ 1978a)

3. LORENZ beschrieb im Buch *Das sogenannte Böse* (LORENZ 1963) die *Aggression* insgesamt als Ausdruck eines *Aggressionstriebes*. Es gibt aber ganz unterschiedliche Anlässe und unterschiedliche Verhaltensmuster des Aggressiven, und davon sind manche spontan, also triebhaft; andere aber sind reine Reaktionen auf Außenbedingungen, wo also die inneren Bedingungen nur als Bereitschaft, nicht als Antrieb wirken. Dieser Vielfalt hat Konrad LORENZ zum Schaden der wissenschaftlichen Diskussion nicht genügend Ausdruck verliehen und hat später selbst dieses Versäumnis angedeutet: „Wenn ich heute ‚Das sogenannte Böse' neu schreiben würde, dann würde ich eine schärfere Unterscheidung zwischen individueller Aggression innerhalb einer Gruppe und kollektiver Aggression einer ethnischen Gruppe gegen die andere vornehmen. Hier könnte es sich wohl um verschiedene Programme handeln."

4. Als viertes Beispiel unter dem Stichwort „wissenschaftliche Fehler und Unvollkommenheiten" versuche ich nun diejenigen Thesen von Konrad LORENZ zu charakterisieren, die ihm den schweren Vorwurf eintrugen, der Ideologie der Nationalsozialisten Vorschub geleistet zu haben.

In den 1940er Jahren – um diese handelt es sich hier ja – gehörte es schon seit mehr als einem halben Jahrhundert zum allgemeinen Bildungsgut der Menschenkenntnis: DARWINS Selektionsprinzip war einerseits anerkannt als Motor der Höherentwicklung der Lebewesen in der Evolution und als Sicherung gegen Degeneration. Andererseits aber wird seine Wirkung abgeschwächt, ja aufgehoben durch die größte Errungenschaft der Menschheit, die Zivilisation, z. B. durch die Auswirkung der Medizin, daß nachteilige Mutanten nicht ausgemerzt, sondern erbliche Krankheiten weitergegeben werden können.

Daraus erwuchs die Sorge um die künftig zu erwartende biologische Degeneration der Menschheit; und es galt allgemein als ethisch sinnvolles Prinzip, sich Gedanken über die Abwehr der Gefahr, die als sehr schwer empfunden wurde, zu machen.

Zu diesem heute Eugenik genannten Gedankengebäude steuerte LORENZ einen neuen Gesichtspunkt bei, und zwar in fünf Schritten (LORENZ 1943):

- Die Zivilisations-Auswirkung sei zum Teil verwandt oder sogar wesensgleich mit der Auswirkung der *Domestikation*, und zwar mit Konsequenzen für die Morphologie wie für das Verhalten; den morphologischen Aspekt hat er zeichnerisch *als Karikatur* in einem Brief an Oskar HEINROTH dargestellt (Abb. 12, folgende Seite).
- Auf die hierin liegende Gefahr für die Menschheitsentwicklung habe die biologische Evolution des Menschen bereits reagiert durch Entstehenlassen von neuen angeborenen Schemata. Sie haben zur Folge, daß wir das Domestikationsbedingte häßlich finden, den Wildtyp aber ästhetisch schön und begehrenswert.
- Der mit der Menschwerdung verknüpfte Vorgang der biologischen Selbstdomestikation betreffe auch eine Verminderung der *Steuerwirkung der Instinkte*, und zwar so-

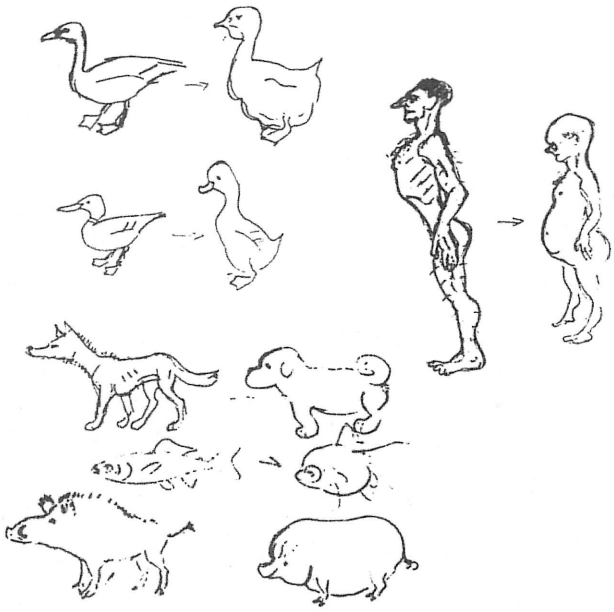


Abb. 12 Domestikation und Zivilisationswirkung: von Konrad Lorenz in einem Brief an Oskar Heinroth gezeichnete Karikatur (Heinroth/Lorenz 1988, S. 262).

wohl mit positiven Konsequenzen: höhere gedankenbedingte Handlungsfreiheit, als auch mit negativen: Degeneration von Instinkten, die für das Sozialleben von Bedeutung sind.

- Oswald Spenglers in seinem berühmten Buch *Der Untergang des Abendlandes* (1919) gezeichnete Schicksalsnotwendigkeit des baldigen Untergangs hochzivilisierter Kulturvölker sei daher in Wirklichkeit eine Folge der domestikationsbedingten Degeneration des Sozialverhaltens.
- Dieser Vorgang droht, – und nun folgt ein *Beinahe*-Zitat von Lorenz – „sofern nicht eine bewußte, wissenschaftlich unterbaute *Eugenik* diese Dinge verhindert".

Dieser Satz entsprach *inhaltlich* der damals seit Jahrzehnten allgemein vertretenen Vorstellung der Eugeniker und würde als Wenn-Dann-Aussage auch heute so formuliert werden können. Aber leider brauchte Lorenz hier statt *Eugenik* das damals übliche Wort *Rassenpolitik.* Das stimmt erstens sachlich nicht – mit Rassenunterschieden hat die Eugenik nichts zu tun –; und zweitens entsprach es dem Wortgebrauch der Nationalsozialisten für ihre an Entsetzlichkeit und Grausamkeit nicht zu übertreffende Rassengenozidpolitik. Lorenz hat niemals eine andere Rasse diskriminiert, seine Tendenz war nie rassistisch, sondern stets eugenisch.

Über sein – inzwischen (Taschwer/Föger 2003) mit großer Sorgfalt recherchiertes – Verhältnis zum Nationalsozialismus hat Lorenz später folgendes gesagt: „Ich habe gehofft, daß der Nationalsozialismus etwas Gutes bringen wird, nämlich in Bezug auf die Hochschätzung der biologischen Vollwertigkeit des Menschen, gegen Domestikation usw.

Daß die Leute ‚Mord' meinten, wenn sie ‚Ausmerzen' oder wenn sie ‚Selektion' sagten, das habe ich damals wirklich nicht geglaubt. So naiv, so blöd, so gutgläubig – nennen sie es, wie sie wollen – war ich damals." (LORENZ/KREUZER 1981)

Damit hat sich LORENZ von seiner damaligen Ansicht distanziert. Ich möchte aber hierzu – abgelöst von LORENZ – etwas Allgemeines sagen: Bei der Frage, wie man zu nicht zu verantwortenden Äußerungen von Menschen Stellung nehmen soll, die andererseits in ihrem Gesamtleben Großes geleistet haben, folge ich selber zwei Grundsätzen:

- Ich lasse keine Argumente zu, die solche Äußerungen beschönigen, relativieren oder entschuldigen, auch nicht, wenn jemand dem Zeitgeist folgte. Wir müssen jederzeit die Forderung stellen, daß die hervorragenden Geister einer Epoche autonom sind und sich durch keine geistige Mode blenden lassen. Im Hinblick auf Konrad LORENZ hätte ich den dringenden Wunsch, daß die betreffenden Worte nicht gedacht, nicht gesagt, nicht gedruckt worden wären, und ich bin in einer nicht zu beschwichtigenden Weise über sie enttäuscht und traurig.
- Ich lasse die Möglichkeit offen, daß ein Mensch durch sein sonstiges Lebenswerk eine Schuld – zwar nicht tilgt, das ist nicht möglich – sie aber *aufwiegt*: Daß also die Schuld in einer Waagschale liegt, das sonstige Lebenswerk in der anderen, und daß die Waagschale der positiven Leistungen schwerer wird. In der heute im Westen führenden Religion ist ja ein solches Wertungsprinzip angedeutet: z. B. bei Petrus, der seinen Herrn nicht nur ein-, sondern dreimal schändlich feige verleugnet hat, später aber trotzdem zum Felsen der katholischen Kirche wurde, und bei Saulus, der zu Paulus wurde.

Dies ist meine Begründung, warum für mich die damaligen Äußerungen von LORENZ zwar nie entschuldigt, jedoch durch das großartige sonstige Lebenswerk aufgewogen werden. In dieser Ansicht treffe ich mich mit vielen anderen, z. B. seinem Freund und Mit-Nobelpreisträger Niko TINBERGEN.

F. Konrad Lorenz als Zeitkritiker und politischer Mahner

Mit dem Anbruch seines achten Lebensjahrzehnts wurde Konrad LORENZ für die Öffentlichkeit noch einmal zu etwas Neuem: zum Deuter der Gegenwart, zum Zeit-Kritiker und politischen Mahner.

Das Taschenbuch von 1973 *Die acht Todsünden der zivilisierten Menschheit* und das 1983 erschienene Buch *Der Abbau des Menschlichen* sind im Thema, wenn auch nicht in den Aussagen, verwandt mit dem Taschenbuch von Karl JASPERS *Die geistige Situation der Zeit* und dem noch früher erschienenen Buch von Oswald SPENGLER *Der Untergang des Abendlandes*, und sie setzen deren Tradition fort.

Wie kommt es, daß ein erfolgreicher und mit höchsten Ehren überhäufter Naturwissenschaftler sich solch eine Aufgabe stellt? LORENZ war nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Arzt. Zum Arzttum gehört nach der Diagnose die Therapie; auf das Erkennen folgt das Helfen und Heilenwollen. Konrad LORENZ verstand sich in seiner Kritik an der heutigen Zivilisation ausdrücklich auch als *Arzt* und zog daraus für sich die Konsequenz – in Abwandlung des Faustzitats –: „Ich *will* was lehren, die Menschen zu bessern und zu bekehren." (LORENZ 1963)

Die acht Todsünden sind nach den Buchkapiteln von Konrad LORENZ:

- die Überbevölkerung der Erde,
- das fortschreitende Verwüsten des Lebensraumes,

- der Wettlauf der Menschheit mit sich selbst, mit den Folgeerscheinungen des Wirtschaftswachstums und des Wettrüstens,
- die Verarmung der Gefühle durch zunehmende Neigung zur Sofortbefriedigung,
- genetischer Verfall,
- Abreißen der Traditionsweitergabe von Alt zu Jung,
- zunehmende Indoktrinierbarkeit der Menschenmassen durch Ideologien,
- die Aufrüstung mit Kernwaffen.

Die Überschrift des vierten Kapitels „Der Wärmetod des Gefühls" spielt auf einen physikalischen Prozeß an. Damit ist die seelische Verflachung gemeint, die auf den Mangel an Möglichkeiten des Sich-Bewährens, auf Sofortbefriedigung von Bedürfnissen und auf das Betäuben aller Schmerzen und Leiden folgen kann. LORENZ untersucht, wie diese Seelenhaltung, sofern sie sich massenhaft ausbreitet, durch die Wechselwirkung zwischen natürlichen menschlichen Veranlagungen und Ergebnissen des Zivilisationsfortschritts zustandekommt.

Das elf Jahre später erschienene Buch *Der Abbau des Menschlichen* (LORENZ 1983) behandelt zu Beginn seiner zivilisationskritischen Abschnitte solche menschliche naturhafte Triebfedern, die an sich sinnvoll sind und die auch in der bisherigen Menschheitsgeschichte überwiegend segensreich wirkten: das Verlangen nach Wachstum, die „Funktionslust" (= Freude am Tun und Teilhaben an aktivem Geschehen), das Streben nach Arbeitsteilung und nach übersichtlicher Ordnung sowie schließlich die Begeisterung für das kämpferische Durchsetzen hoher Ziele. Ausgerechnet diese vitalen, zum vollen Menschsein gehörenden Verhaltensrichtungen entfalten in der heutigen Zivilisation unheilvolle Konsequenzen: Vermehrung der Bevölkerung und Wachstum der Wirtschaft überfordern die Kapazität der Umwelt; der Wettbewerb gebiert Wirtschaftswachstum, dazu aber auch weltweites Wettrüsten; die Funktionslust verführt zum Selbstgenuß, auch beim Erfinden immer abscheulicherer Waffen; die Arbeitsteilung tendiert zur Vereinseitigung der Arbeit des Einzelnen, zu deren Sinnentleerung und zur geistigen Enge des Spezialistentums; das Streben nach Ordnung endet in erstickender Überorganisation; und die Begeisterungsfähigkeit führt bei manchen Jugendlichen und Erwachsenen zur Anfälligkeit und Ohnmacht gegenüber ideologischer Indoktrinierung verschiedenster Herkunft. LORENZ deutete die Mühsale unserer zivilisatorischen Entwicklung also nicht als Ausgeburten von Dummheit oder bösem Willen, sondern als Folge dessen, was man als Tragik bezeichnet: Gutes verkehrt sich zum Verhängnis durch Übersteigerung, durch Konflikt mit anderem Guten oder im Rahmen neuer Schicksalszusammenhänge.

LORENZ sah tatsächlich keinen anderen Ausweg aus dem Verhängnis als die Änderung der Prioritäten für politische Entscheidungen; denn die Fortschreibung der beiden heutigen, allein als „realistisch" geltenden Maßstäbe, Wirtschaftlichkeit und Macht, führt auf die Dauer unweigerlich in ökologische und soziale Katastrophen. Die zerstörerischen Entwicklungen noch rechtzeitig unter Kontrolle zu bringen, kann nach seiner Ansicht nur gelingen, wenn andere Werte als Geld und Macht handlungsbestimmend werden. Dies setzt trivialer Weise voraus, daß die Menschen auf solche anderen Werte überhaupt ansprechen. Dafür besteht jedoch die prinzipielle Möglichkeit, denn das Verlangen nach Verteidigung des Wertvollen in Natur und Kultur wurzelt ebenso im menschlichen Wesen wie die Triebfedern, die zur Zeit die Menschheit in tödliche Gefahr bringen.

Zur Aktivierung der erforderlichen seelisch-geistigen Kräfte legte LORENZ zwar kein umfassendes Programm vor, doch zeigte er die Richtung. Er bespricht oder nennt einige Bereiche der menschlichen Entfaltung, denen er eine formende, aufs ganze Wesen aus-

Sonderdruck aus: DIE UMSCHAU IN WISSENSCHAFT UND TECHNIK, Frankfurt a. M.



Forschungsbeispiele aus der biologischen Kybernetik*

Von Prof. Dr. Bernhard Hassenstein**,
Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Freiburg im Breisgau

Gibt es kybernetische Forschungsprobleme in der Biologie? Ist infolgedessen eine experimentelle biologisch-kybernetische Arbeitsrichtung sinnvoll?

Zunächst ist hierzu festzustellen: 1. Sinnesorgane, Nervenbahnen und Effektoren (Muskeln, Drüsen) sind vielfach zu Regelkreisen zusammengeschlossen; 2. die Nervenfasern sind „Verstärkerketten" und damit auf Informationsübertragung spezialisierte Leitungsbahnen; 3. es gibt physiologische Vorgänge der Informations-Verarbeitung, z. B. im allbekannten Beispiel der binokularen visuellen Entfernungswahrnehmung nach dem Prinzip der Dreieckspeilung. – Indem wir dies konstatieren, werfen wir jedoch noch keine Forschungsprobleme auf; wir wenden nur eine neugeschaffene Terminologie auf Tatbestände an, die bereits im Rahmen der herkömmlichen Physiologie erfolgreich behandelt und in deren Sprache sachgerecht beschrieben wurden. Zu sinnvollen Forschungsvorhaben würde die Anwendung von kybernetischer Methodik auf biologische Probleme aber erst führen, wenn in den Organismen „höhere" kybernetische Prinzipien verwirklicht wären, die nur mit den Mitteln der Regel- und Informationstheorie und nicht mehr mit Hilfe der bekannten physiologischen Methoden und Begriffe untersucht und verständlich gemacht werden könnten. Auf echte kybernetische Forschungsprobleme könnten wir also nur rechnen, wenn man folgende Fragen bejahen dürfte (die Fragen sind auf die für die Biologie in Frage kommenden drei Teilgebiete der Kybernetik – selbsttätige Regelung, Informationsübertragung und Informationsverarbeitung – zugeschnitten):

1. Besitzen bestimmte Regelkreise im Organismus funktionell bedeutsame Eigenschaften, die nur mit kybernetischen und nicht mehr mit herkömmlichen physiologischen Methoden und Begriffen zu untersuchen und zu beschreiben sind?
2. Sind die bekannten Eigenschaften der Nervenleitung nur mit Hilfe von informationstheoretischen Gedankengängen vollständig zu verstehen?
3. Gibt es im Organismus Vorgänge, die bestimmte mathematische Operationen durchführen und hierdurch, nicht durch stoffliche oder energetische Leistungen, ihre Funktion im Organismus erfüllen, und verlangt die Erforschung dieser Prozesse nicht nur eine gute mathematische Allgemeinbildung, sondern eine spezielle mathematische Vorbildung und kybernetische Arbeitsmethoden?

Diese drei Fragen sind nur auf Grund von Erfahrungen zu beantworten. Daher werden im folgenden drei kurze Referate über Untersuchungen an kybernetisch beschreibbaren biologischen Funktionen gegeben, je eines aus den drei genannten Fachgebieten.

1. Regelungsvorgänge: Pupillenreaktion

Veränderungen des Lichteinfalls lösen bei den meisten Wirbeltieren „Pupillenreaktionen" aus: Verantwortliche Sinnesorgane sind die Lichtsinneszellen der Netzhaut. Der Weg der Erregung führt durch den Sehnerven bis über die Kreuzung (Chiasma) hinweg; kurz hinter dieser zweigen die Bahnen von der eigentlichen Sehbahn ab, und die Meldungen gelangen über das Mittelhirn an die Pupillenmuskeln. Verstärkung des Lichts führt zur Verkleinerung der Pupille, Abschwächung zur Vergrößerung. Zunahme des Lichts wird also vom Organismus damit beantwortet, daß er den Anteil des aufgenommenen Lichts abnehmen läßt; Abnahme des einfallenden Lichts beantwortet er durch Vergrößerung des zu empfangenden Lichtflusses. Er „kompensiert" also – wenn auch mengenmäßig nicht vollständig – die Änderung von Außeneinflüssen.

Dieser funktionelle Zusammenhang entspricht formal dem Prinzip der selbsttätigen Regelung durch einen „Regelkreis" *(Bild 1)*: Die konstant zu haltende Größe (z. B. eine Temperatur) ist durch das dick eingerahmte Rechteck dar-

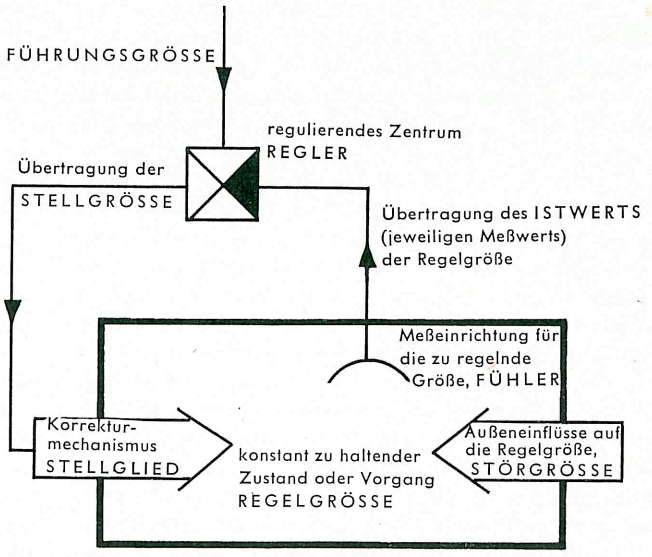


Bild 1: Blockschaltbild eines Regelkreises. Unmittelbare Energiewirkungen sind durch direkten Kontakt zwischen den Symbolen der beteiligten Instanzen dargestellt, Signal- (z. B. Meßwerte- und Steuerkommando-)Übertragungen durch einfache Linien. Die „Führungsgröße" kommt in der Besprechung der Pupillenreaktion nicht vor. Ist sie gleich Null, so entspricht der Sollwert eines Regelkreises dem „Nullpunkt" der Meßeinrichtung, d. h. demjenigen Meßwert, bei dem sie kein Signal oder das Signal „Null" aussendet. Fließt dagegen ein zusätzliches Signal (Führungsgröße) additiv in den Übertragungskanal zwischen Fühler und Stellglied hinein, so ändert sich automatisch der Sollwert des Systems. Man kann sich das klarmachen, indem man für die verschiedenen Größen Zahlenwerte einsetzt und feststellt, wie das System dank seiner Schaltung dann reagiert.

* Dieser Aufsatz erscheint auch in der 3., völlig überarbeiteten und stark erweiterten Auflage der Broschüre „Kybernetik – Brücke zwischen den Wissenschaften", Umschau-Verlag, Frankfurt a. M.

** 1922; zusammen mit *W. Reichardt* und *H. Wenking* 1958 Begründung der Forschungsgruppe Kybernetik am Max-Planck-Institut für Biologie in Tübingen. Seit 1960 o. Prof. für Zoologie.

gestellt. Ihr jeweiliger Zustand („Istwert") wird durch ein Meßgerät registriert (oben rechts innerhalb des Rechtecks). Die Meßwerte werden an ein regulierendes Zentrum, den „Regler", übertragen, der auf den Empfang der Meßwerte mit der Aussendung der Steuersignale für den Korrekturmechanismus antwortet. Der Regler ist durch ein kleines Quadrat gekennzeichnet, das durch Diagonalen in vier Abschnitte aufgeteilt ist. Die schwarze Ausfüllung des rechten und das Hellbleiben des linken Abschnittes bedeuten: Vorzeichen-Umkehr zwischen ein- und ausgehender Meldung. Die abgesendeten Steuerwirkungen haben also funktionell das umgekehrte Vorzeichen wie die eingehenden Meßwerte. Infolgedessen werden (nach *Bild 1*) Abweichungen des Meßwertes vom Nullpunkt des Meßinstruments automatisch mit Gegenaktionen durch das „Stellglied" beantwortet („negative Rückwirkung"). Das Stellglied (der Korrekturmechanismus) ist als Pfeil dargestellt, der in das Rechteck, das die zu regulierende Größe repräsentiert, hineinragt. Durch das Hineinragen wird versinnbildlicht, daß es sich um unmittelbare Einflüsse handelt, welche die zu regulierende Größe nach Abweichungen auf ihren „Sollwert" zurückzubringen haben. Der von rechts her in das Rechteck hineinragende Pfeil vertritt diejenigen Einflüsse, welche von außen her die Abweichungen verursachen, gegen die dann die Regulation anarbeitet.

Bis hierher bringt die regelkundliche Darstellung *(Bild 1)*, wenn man sie auf die Pupillenreaktion anwendet, keinen oder keinen wesentlichen Erkenntnisfortschritt mit sich. Man hat nur neue Begriffe einzusetzen: Regelgröße ist der Lichteinfall ins Auge; Fühler sind die Sehzellen; die Übertragung der Meßwerte besorgen Nervenbahnen; der Regler befindet sich im Gehirn; Stellglieder sind die Irismuskeln; und der funktionelle Zusammenhang entspricht einer negativen Rückwirkung.

Die folgenden, neueren Aussagen (1, 2, 5, 6) aber deuten an, wie die Regelkunde die weitere Forschung anregte, indem sie neue Fragen aufwarf und neue Methoden bereitstellte. Das Folgende wäre demgemäß auch nur gezwungen und unbeholfen in der herkömmlichen physiologischen Begriffswelt auszudrücken:

Die jeweils von der Netzhaut empfangene Lichtmenge bestimmt den Öffnungsgrad der Pupille, nicht die Änderungsgeschwindigkeit der Pupillenweite; dies entspricht dem Prinzip des Proportionalreglers im Unterschied zum Integralregler. Die Pupillenreaktion kompensiert bei Sprüngen von einer Helligkeit zu einer höheren oder niedrigeren nicht 100, sondern nur etwa 50% der Helligkeitsänderung; der Regelfaktor, gemessen am Verhältnis zwischen der nach Kompensation verbleibenden und der primären Abweichung, ist demnach 0,5. Die Zeitdauer zwischen einem Lichtreiz und dem Beginn der Reaktion ist rund 200 msec; diese Totzeit des Reglers bedingt aus theoretischen Gründen folgendes: Es muß eine Lichtwechselfrequenz geben, bei welcher jede Verkleinerungsreaktion der Pupille, die auf einen Helligkeitsanstieg erfolgte, jeweils gerade so lange Zeit nachhinkt, daß auf sie die nächste Abnahme der Helligkeit fällt und umgekehrt; eine derartige Form der Pupillenreaktion wurde tatsächlich gefunden, als man die in der Technik entwickelte Methode des Frequenzganges anwandte, das Auge also mit sinusförmig schwankendem Licht verschiedener Frequenz reizte. Da in diesem künstlichen Spezialfall die Pupille gerade bei Helligkeit erweitert und bei Dunkelheit verengt ist, muß der ausgleichende Effekt des Regelkreises hier in sein Gegenteil verkehrt sein. Dies war voraussagegemäß der Fall: Die Schwankungen der Helligkeit auf der Netzhaut waren nicht wie bei sonstigen Beleuchtungsänderungen auf die Hälfte herabgesetzt, sondern sie erwiesen sich auf das 7fache gesteigert. Die Frequenz, bei der dies geschieht, liegt bei der menschlichen Pupille zwischen 1 und 2 Hz. – Diese wenigen Angaben sollen andeuten, daß sich die heutige Forschung am Pupillenreflex ganz im Fahrwasser der Regeltechnik befindet – hinsichtlich der experimentellen Methoden, der Begriffswelt und der theoretischen Deutung.

2. Informationsübertragung: Nervenleitung

Die zur Informationsübertragung höchst spezialisierten Organe des Organismus sind die markhaltigen Nervenfasern. Man kann sie als „Verstärkerketten" bezeichnen; denn die aktiven Anteile, die *Ranvier*schen Schnürringe, speisen aus eigener Stoffwechselenergie elektrische Ströme, welche über passive Leitungsstrecken, die Internodien, hinweg die benachbarten Schnürringe zu entsprechender Stromerzeugung veranlassen. So pflanzen sich die Aktionspotentiale von Schnürring zu Schnürring über die Nervenfaser mit maximal 120 m/sec fort.

Die Art der Signale, die über die Nervenfasern laufen, ist vom Standpunkt des Technikers eine sehr spezielle unter vielen möglichen: Es werden Impulse von festgelegter zeitlicher Dauer und festgelegter Amplitude übertragen; auf jeden Impuls folgt eine ebenso festgelegte „Refraktärzeit" (Phase der Unerregbarkeit), so daß hintereinanderlaufende Impulse einander niemals einholen und daher nicht miteinander verschmelzen können. Der einzige variable Parameter ist die Frequenz, in der die Impulse auftreten.

Wir wollen nun die Frage stellen: Läßt es sich vom Gesichtspunkt der Informationsübertragung verstehen, warum gerade diese spezielle Form der Aktionspotentiale und nicht etwa Dauersignale von variierenden zeitlichen Längen oder variierenden Amplituden verwirklicht sind?

Die günstigsten Abstände zwischen den Verstärkerstationen, die in der Telephonie notwendig sind, liegen in der Größenordnung von 100 km; die Abstände zwischen den Schnürringen auf den markhaltigen Nervenfasern betragen bis zu 3 mm. Das Verhältnis zwischen den Bereichen liegt also bei 10^8:1. Das scheint kein Zufall zu sein, denn auch die Leitfähigkeiten der elektrisch leitenden Materialien – einerseits Cu, andererseits im wesentlichen eine Lösung von 0,9% NaCl in Wasser – stehen im Verhältnis von rund 10^8:1 zueinander; und in die mathematischen Formeln, die für die Bemessung der Abstände zwischen Verstärkerstufen maßgebend sind, geht die Leitfähigkeit linear ein. Der Organismus scheint sich also viel größere Abstände zwischen den Zwischenverstärkern als die genannten grundsätzlich nicht leisten zu können, da ihm metallische Leiter nicht zur Verfügung stehen. Daher liegen dann zum Beispiel zwischen einer Fingerspitze und dem Gehirn des Menschen notwendigerweise rund 800 Verstärkerstufen. Diese aber bilden infolge ihrer großen Anzahl eine in der Technik unbekannt große Quelle für zufällige und systematische Amplitudenveränderungen; eine allgemeine nur 1%ige Vergrößerung des Verstärkungsgrades würde auf einer solchen Strecke ein Signal auf das 3000fache vergrößern ($1{,}01^{800} \simeq 3000$)! Hier gibt es grundsätzlich nur einen Ausweg: das gesättigte „Alles-oder-Nichts-Signal", für dessen Übertragung kleine Amplitudenänderungen belanglos sind. Unter den möglichen Formen von Alles-oder-Nichts-Signalen sind nun kurze Impulse diejenigen, die den geringsten Energieaufwand erfordern, ohne doch als Informationsträger gegenüber Signalen von variierender Zeitdauer benachteiligt zu sein. –

Man erfährt hiermit durch eine elementare informationstheoretische Überlegung (4), daß die Frequenzmodulation genormter Impulse unter den im Organismus gegebenen Bedingungen als die sicherste und sparsamste Informationsübertragung gelten muß, die möglich ist. Übrigens geht man heute auch in der Technik vielfach zur Frequenzmodulation normierter Impulse über, wenn man auf eine besonders sichere Übertragung von Informationen Wert legen muß.

3. Informationsverarbeitung: Zeitliche Mittelung bei der Orientierung von Insekten

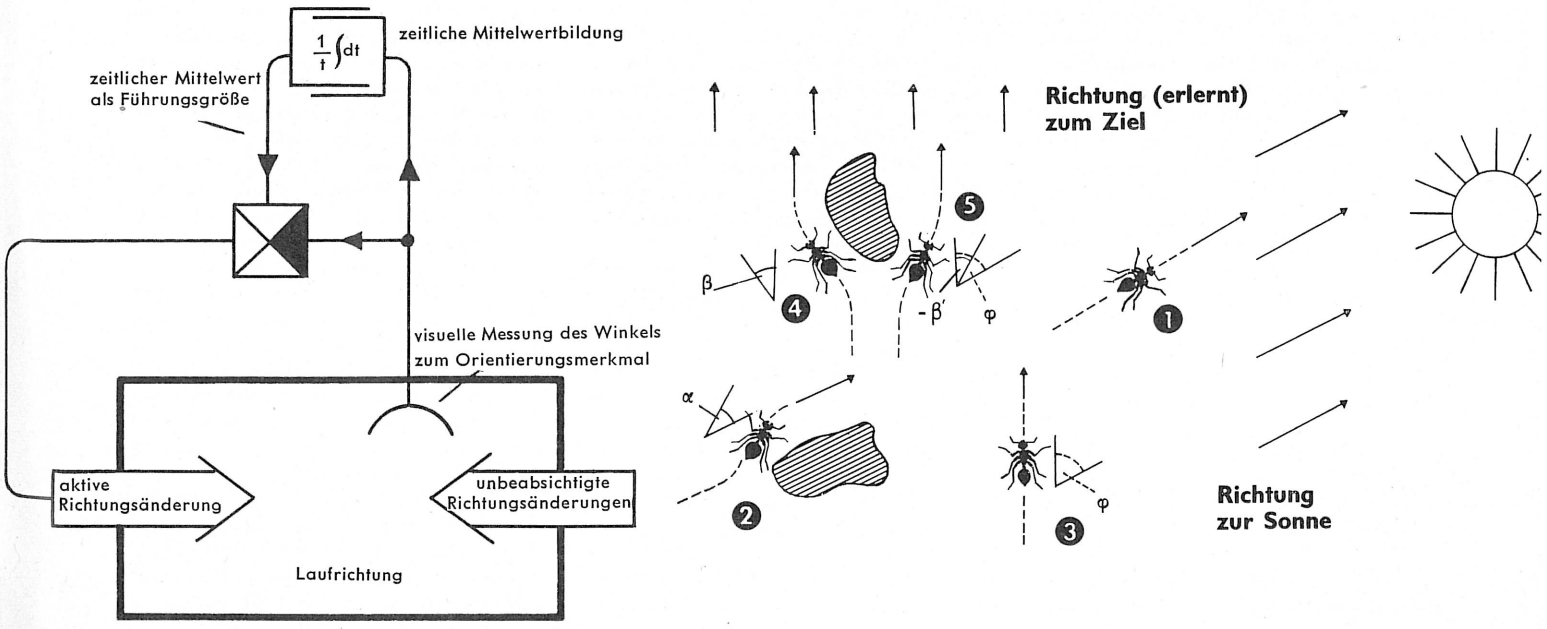
Bienen und Ameisen haben eine erstaunliche Fähigkeit bewiesen; sie finden, ohne zu probieren, den geraden Weg zwischen ihrem Heim und einem Ziel, auch wenn sie dieses zuvor nur auf Umwegen hatten erreichen können. Dabei verarbeiten die Ameisen, an denen dies näher geprüft wurde (3), allein die visuelle Erfahrung über Winkel zu fernen Orientierungsmerkmalen (z. B. zur Sonne); die körperliche („kinästhetische") Erfahrung über Laufstrecken und Wendungen auf dem Wege spielt keine Rolle. Nun ergibt sich der Orientierungswinkel (bezogen auf ein fernes Orientierungsmerkmal) für den geraden Weg zu einem Ziel rechnerisch aus dem Durchschnittswinkel zu diesem Merkmal während des ungeraden Weges *(Bild 3)*.

Und diese Methode zur Ermittlung der Luftlinie verwendet auch das Zentralnervensystem der Ameise. Das ergab sich u. a. aus folgendem experimentellen Befund: Die Versuchstiere, die sich bei ihrem Weg eines fernen dunklen Gegenstandes als Orientierungsmerkmals bedienten, erhielten zusätzlich in zwei verschiedenen Richtungen je eine Lichtquelle geboten. Beide Lampen leuchteten jedoch nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd und in verschiedenen Versuchen in unterschiedlichen Zeitintervallen: 1. 15 und 45 sec, 2. 30 und 30 sec, 3. 45 und 15 sec lang. Der Anblick der Lichtwechsel störte die Tiere nicht; im Gegenteil, die Lichtquellen wurden für sie zu einem zusätzlichen Orientierungsmerkmal. Nachdem die Ameisen unter diesen Bedingungen genügend Erfahrung gesammelt hatten, wurde im entscheidenden Versuch einerseits die dunkle Orientierungsfläche entfernt, andererseits nur eine Lampe anstelle der zwei, und zwar in einer neuen Richtung geboten. Die Ameisen stellten sich nun zu ihr prompt in einer Winkelrichtung ein, die dem zeitlichen Durchschnittswinkel zwischen den Leuchtrichtungen der beiden Lampen entsprach. Im zweiten der oben angegebenen Fälle entsprach dieser Durchschnittswinkel der Winkelhalbierenden zwischen den Lampen, im ersten und dritten Fall teilten die Ameisen den Winkel im Verhältnis 3:1 bzw. 1:3. – Die Ameisen nehmen also die Erfahrung über die Lichtrichtungen und Leuchtzeiten auf.

Bild 2 (links): Blockschaltbild für das Funktionssystem, mit Hilfe dessen bestimmte Insekten die gerade Richtung zu einem Ziel finden, das ursprünglich infolge von Hindernissen nur auf Umwegen erreichbar war. Der mathematische Ausdruck im Schaltbild soll die Operation der zeitlichen Mittelwertbildung versinnbildlichen. Die unzusammenhängende Umrandung der verantwortlichen Instanz soll symbolisieren, daß der während eines Laufes gebildete Mittelwert erst beim nächsten Lauf als Führungsgröße für die Laufrichtung eintreten kann; bei den untersuchten Ameisen waren sogar mehrere Läufe notwendig, um die Führungsgröße von Null her zum endgültigen Wert anwachsen zu lassen (3). Ohne Führungsgröße bewirkt der Regelkreis, daß das Tier sich auf das Orientierungsmerkmal zu (oder von ihm fort) bewegt; unbeabsichtigte Richtungsänderungen werden kompensiert („positive oder negative Topotaxis"). Eine Führungsgröße befähigt das Tier dazu, Winkel zu Orientierungsmerkmalen einzuhalten („Menotaxis"). Näheres siehe (3).

Bild 3 (rechts): Veranschaulichung der Funktion des Regelkreises nach Bild 2.

Die Ameisen Nr. 1 und 2 haben die Tendenz, in Sonnenrichtung zu laufen und haben sich noch keine Richtung zu einem anderen Ziel eingeprägt; die Führungsgröße ist also gleich Null, und die Stellgröße ist somit auch Null. Ameise 1 läuft darum geradeaus weiter. – Ameise 2 ist durch ein mechanisches Hindernis aus der Laufrichtung zur Sonne abgelenkt worden. Die Augen melden daher einen Winkel α; der Regler macht daraus das Kommando (Stellgröße) „minus α". Das Tier wendet sich daher nach Passieren des Hindernisses solange in der Gegenrichtung zu α, bis wieder die Sonnenrichtung erreicht ist und der Winkel „Null" gemeldet wird. – Die Ameisen 3 bis 5 haben jedoch eine andere Laufrichtung erlernt, d. h. ihr Zentralnervensystem hat durch Lernen eine Führungsgröße aufgebaut. Ameise 3 läuft in der erlernten Richtung. Ihre Augen melden den Winkel φ. Die Führungsgröße, welche der durch φ gegebenen Richtung entspricht, ist nun genauso groß wie die Meldung „Winkel φ" der Augen. Folglich ergibt sich wegen der Addition der Führungsgröße zum negativen Wert der Meldung der Augen hier die Stellgröße Null; die Ameise macht also keine Wendung, sondern verfolgt weiter die erlernte Richtung. — Ameisen 4 und 5 sind von der erlernten Laufrichtung abgelenkt worden, und zwar nach verschiedenen Seiten um die Winkel $+\beta$ bzw. $-\beta'$ („links" ist willkürlich mit „plus", „rechts" folglich mit „minus" gleichgesetzt). Durch Kombinieren des für die Ameisen 2 und 3 Erklärten ergibt sich, daß die Tiere auf Grund der Wirkung des Regelkreises nach der Ablenkung in die erlernte Richtung zurückkehren müssen. Denn die Stellgrößen entsprechen den Meldungen $-(\varphi + \beta) + \varphi = -\beta$ bzw. $-(\varphi - \beta') + \varphi = \beta'$.



Durch deren „Verrechnung" in einem Lernvorgang entsteht in ihrem Zentralnervensystem ein Informationswert für die zeitliche Durchschnittsrichtung, die unter den Bedingungen der Richtungsfindung in der freien Natur die Richtung des geraden Weges ist. Dieser – einen Winkel zu einem Orientierungsmerkmal repräsentierende – zentralnervöse Wert geht dann als „Sollwert" in die Orientierungsreaktionen der Ameisen ein. Die *Bilder 2 und 3* sollen dies andeuten. Formal ist der Vorgang im Nervensystem der Ameise eine zeitliche Integration und Mittelung der eingehenden Winkelwerte. Man kann sagen: Das Nervensystem der Ameise verwendet die mathematische Methode der zeitlichen Integration und Mittelung zur Bestimmung des geraden Weges zu einem zunächst nur auf Umwegen erreichbaren Ziel. – Ein Beispiel einer „höheren" mathematischen Leistung der Informationsverarbeitung liefert das Bewegungssehen des Insektenauges.

4. Folgerung

Enthält die Biologie Aufgaben für eine biologisch-kybernetische Arbeitsrichtung? Diese Frage leitete die Besprechung der Forschungsbeispiele ein. Sie verdiente eine Verneinung, falls es entweder gar keine informationsübertragenden oder -verarbeitenden Prozesse im Organismus gäbe, oder aber, falls die vorkommenden Prozesse dieser Art so einfach und durchschaubar wären, daß es zu ihrer Erfassung keiner theoretischen Mittel außerhalb der herkömmlichen Begriffswelt der Biologie bedürfte.

Die besprochenen Forschungsbeispiele scheinen mir aber zum Teil tatsächlich nur mit den theoretischen Mitteln der Kybernetik zu verstehen zu sein. Zumindest hat die Biologie für einige Begriffe wie Proportional- und Integralregler, Frequenzgang, Sollwertverstellung eines Regelkreises, zeitliche Mittelung und vor allem für den Begriff der Information keine Analoga bereit. Sie wird vermutlich auch keine Sonderterminologie mehr bilden; denn der Kontakt mit der Technik, der Mathematik und der Informationstheorie ist überall hergestellt, und dort liegen die notwendigen Begriffe fertig vor. Insofern glaube ich, daß die Existenz einer biologisch-kybernetischen Arbeitsrichtung sachlich begründet ist und vermute, daß sogar die Lösung einiger „königlicher Probleme" der Biologie und Physiologie, z. B. des Gestaltsehens und des Gedächtnisses, auf ihrem Wege liegen. DK 621.391:574

Literaturverzeichnis: (1) *A. Bleichert*, Arch. f. Ophthalmologie *159*[1957] S. 396. — (2) *H. Drischel*, in *H. Mittelstaedt* (Hsg.): Regelungsvorgänge in der Biologie. München 1956. — (3) *R. Jander*, Z. f. vgl. Physiol. *40* [1957] S. 162. — (4) *W. A. H. Rushton*, in *W. A. Rosenblith* (Hsg.): Sensory Communication. New York 1961. — (5) *L. Stark* u. *Ph. Sherman*, J. Neurophysiol. *20* [1957] S. 17. — (6) *J. Stegemann*, Pflügers Arch. *264* [1957] S. 113.

Bestand der durchziehenden und überwinternden Enten am Bodensee in den letzten 10 Jahren

Im Lebensraum der Wasservögel kann die menschliche Tätigkeit schwere, oft nicht wieder gutzumachende Schäden anrichten. Wegen des weiten Zugweges der Gänse und Enten sind die damit verbundenen Probleme nur auf internationaler Ebene zu lösen. In der letzten Zeit widmeten sich zwei internationale Tagungen diesen Fragen: In Saintes-Maries-de-la-Mer (Südfrankreich) November 1962 und in St. Andrews (Schottland) Oktober 1963. Es wurden u. a. die technische Seite der Schutzmaßnahmen besprochen und Kerngebiete des internationalen Wasservogelschutzes festgelegt. Zwei davon sind der westliche Teil des Bodensees (Untersee) und das Gebiet an der Mündung des Rheins in den Bodensee.

Besondere Aufmerksamkeit galt bei diesen Tagungen den Entenvögeln. Vor mehreren Jahren war ein Programm zur Ermittlung der Bestandsschwankungen durch regelmäßige Zählungen aufgestellt worden. Die Zählergebnisse sollen eine Grundlage für die Schutzmaßnahmen bilden. Neun europäische Staaten haben sich bisher an dem Programm beteiligt, allerdings mit unterschiedlicher Intensität. Am Bodensee laufen diese von der Vogelwarte Radolfzell (vormals Vogelwarte Rossitten) und zahlreichen ehrenamtlichen Helfern unternommenen Entenzählungen seit 1951. Eine Auswertung der ersten zehnjährigen Zählergebnisse beweist zunächst die außerordentlich große Bedeutung dieses Sees als Zug- und Überwinterungsplatz für Entenvögel: An günstigen Herbstzugtagen kann der See mehr als 50000 Enten und Schwäne beherbergen (Gänse sind hier selten anzutreffen). Bei der Tafelente liegen die herbstlichen Durchschnittswerte zwischen 15000 und 17000. Ähnliche Zahlen sind nirgends im westlichen Europa bekannt. Besondere Beachtung verdienen die hohen Zahlen der sonst recht seltenen Kolbenente, von der sich bis 7000 Exemplare im „Ermatinger Becken" des Untersees versammeln können. Dieser als Rastplatz für viele Wasservogelarten wichtigste Seeteil liegt zwischen Konstanz und Radolfzell, nahe der Insel Reichenau und dem Naturschutzgebiet Wollmatinger Ried.

Die Zu- oder Abnahme sowie die Stärke der Bestandsschwankungen war nach Arten recht verschieden. Zwei Entenarten, nämlich Reiherente und Schellente, zeigen eine eindeutige Zunahme. Andere Arten haben, wenn auch mit beträchtlichen Schwankungen, ihren Bestand in den Jahren zwischen 1951 und 1961 beibehalten. Bei der Pfeifente ist vielleicht eine schwache Abnahmetendenz festzustellen. Somit ist das Ergebnis der zehnjährigen Bestandsaufnahme, die also hauptsächlich die Entenvögel zur Herbst- und Frühjahrs-Zugzeit, d. h. großenteils von fernher kommende „Gäste", erfaßt, nicht ungünstig, dies dank den internationalen Naturschutzbestrebungen und verbesserten jagdlichen Bestimmungen. Der am Bodensee als „halbwild" zu bezeichnende Höckerschwan nahm stark zu. Sein Bestand erreichte erstmals im Herbst 1962 eine vierstellige Zahl, obwohl die Brutpaarzahl des Bodensees nur bei etwa 50 liegt. Seine starke Zunahme wirft am Bodensee, ähnlich wie in Norddeutschland und manchen außerdeutschen Ländern Mitteleuropas, gewisse Probleme auf. Um die Bestände der übrigen vielgestaltigen Schwimmvogelwelt mindestens zu erhalten, sollten Schutzmaßnahmen für natürliche Gewässer in breiterem Rahmen als bisher durchgeführt werden, da die dagegen wirkenden Kräfte (Trockenlegung, „Meliorierung", Industrialisierung usw.) zugenommen haben. (*J. Szijj*, Zehn Jahre Entenvogelzählung am Bodensee. Die Vogelwarte *22* [1963] S. 1-17, und: Bestand des Höckerschwans am Bodensee. Die Vogelwarte *22* [1963] S. 80—84.

DK 598.412(282.243.13)

Dr. J. Szijj, Vogelwarte Radolfzell