ORTMANN NEUE WEGE DER BIOLOGIE

Arnold
QH
315
.P58

SAMMLUNG PIPER

Probleme und Ergebnisse der modernen Wissenschaft

ADOLF PORTMANN

NEUE WEGE DER BIOLOGIE

W 574.072
P83

R. PIPER & CO VERLAG
MÜNCHEN

INHALT

Vorwort 6

I. Der Weg ins Unsichtbare – Die makromolekulare Stufe im Aufbau der Organismen 9

II. Das Ganze und seine Glieder — Das Problem der Zellenbildung und der Organisation . . . 26

III. Die Innerlichkeit – Die Weltbeziehung und das Erleben 47

IV. Die Naturgestalt und die technische Form – Der Organismus im Zwielicht von funktionaler und ästhetischer Wertung 66

V. Der Rang – Die Stufen der Weltbeziehung und ihre objektive Bestimmung 86

VI. Die Erscheinung – Vom Sinn der lebendigen Gestalten

1. Selbstdarstellung des Lebendigen 102

2. Deutung der tierischen Hautmuster 118

3. Schlangenzeichnung 133

4. Federn 149

5. Marine Schnecken 172

VII. Die Evolution – Die Formwandlung des Lebendigen in der Erdgeschichte 194

VIII. Die Ordnung der Lebensmerkmale – Das Lebendige als Einheit von Innerlichkeit, Erscheinung und Erhaltung 212

Anmerkungen 230

diesen neuen Werkstoffen völlig verändert haben. Galten solche noch am Ende des ersten Weltkriegs als ein dürftiger, nur Notlagen entsprechender Ersatz des »Echten«, des Natürlichen – so sind die künstlichen Substanzen heute mit der faktischen Leistung und mit der Wirtschaftsmacht einer Großindustrie zu einer neuen Würde erhoben. Eben war es seinerzeit einer Besinnung des Handwerks gelungen, das Werkgerechte und den Adel der Naturstoffe in seinen Werken zu bezeugen, als ganz neue Substanzen mit unerhörten Eigenschaften erfunden wurden und der Technik Möglichkeiten boten, die auch die alten Formen des Handwerks umwandelten. Dieser Aufstieg der makromolekularen Technik hat nicht wenig dazu beigetragen, in manchen Gemütern die Idee zu festigen, daß die physikalisch-chemische Technik auf dem Wege zur Nachbildung der Lebensvorgänge sei, daß sie unterwegs sei zur Schaffung von Leben und von Stoffen, die denen des Lebensreiches in ihrer besonderen Wirkung gar überlegen seien. Der Nimbus des »Echten«, der den Naturstoff heraushob, ist durch die neue Würde der Kunststoffe im Schwinden, ein Vorgang, der wiederum zur Hochwertung der Technik beigetragen hat und der auch im Leben der Kulturzentren die vielfältigsten Auswirkungen für das Entstehen neuer Weltbilder hat.

Ebenso entscheidend war der zweite Durchbruch: eine Tat der Physiker. Sie hatten eine Möglichkeit entdeckt, die Grenze der Sichtbarkeit, die damals für unverrückbar galt, um das Hundertfache ins Gebiet des Unsichtbaren zu verlegen. 1924 stand bereits fest, daß man mit Elektronenstrahlen in ähnlicher Weise umgehen konnte, wie wir das im Lichtbereich der Optiker mit den Linsen tun. Das Prinzip eines Elektronenmikroskopes war damit gefunden. Um 1930 war dieses Instrument in der Grundstruktur bereits verwirklicht, und seither hat eine praktische Ausbildung begonnen, die nach dem zweiten Weltkrieg eine große Wandlung in der Gestaltforschung heraufgeführt hat[2].

Am Rhein, hier in Basel, wo ich jetzt diesen Bericht schreibe, hat vor bald einem Jahrhundert Johann Friedrich Miescher die Lachse zum Gegenstand biochemischer Untersuchung gemacht. Damals zogen diese großen Wanderfische Jahr für Jahr in Scharen an unserem alten Haus vorbei rheinaufwärts zum Laichen. Eben war die Zelle in ihrer Bedeutung so richtig ins Licht gebracht worden (ist sie doch damals als »Elementarorganismus« bezeichnet worden). Man begann auf die Rolle des Zellkerns aufmerksam zu werden – 1875 wurde die Rolle dieses Kerns bei der Befruchtung zum erstenmal erkannt. Der Samenfaden mußte das Kernmaterial in seinem Spermakopf geradezu in Reinheit enthalten – und Sperma – wo gab es das in zugänglicheren Mengen als in der »Milch« der männlichen Rheinlachse, die damals so zahlreich waren!

So hat J. F. Miescher in späteren Jahren Lachsmilch benützt, um die Kernsubstanz chemisch zu ergründen – nachdem er an anderen Spermen bereits die Nukleinsäuren entdeckt hatte –, fast ein Jahrhundert, bevor diese Entdeckung wirklich zur vollen Bedeutung kommen konnte[3].

Heute sind diese Nukleinsäuren in ihren Varianten ein zentrales Objekt der biochemischen Arbeit. Ihre Rolle im Erbmaterial der Chromosomen ist so wichtig, daß das Studium dieser Substanz bedeutende Auskunft über Lebensphänomene im makromolekularen Bereich verspricht. Insbesondere vermitteln uns die Erscheinungen, die wir am Chromosom im Zellkern beobachten, Aufschlüsse über ein zentrales Problem der Biologie: die Selbstvermehrung der elementaren Lebensstrukturen.

Die Biologie des Unsichtbaren hat denn auch das schwere Problem in Angriff genommen, wie es die letzten Glieder des Lebensstoffes, etwa die Erbfaktoren im Zellkern oder die verschiedenen feinsten Strukturen im Plasma, fertigbringen, ein ihrem eigenen Bau entsprechendes Gebilde aufzubauen, zu dem sie die Substanzen dem umgebenden Plasma entnehmen müssen. Dies ist eines der zentralen

Rätsel protoplasmatischer Organisation. Die Erbsubstanz muß sich ja vor jeder Teilung der Chromosomen verdoppeln, um die neue Zelle mit den gleichen Erbfaktoren auszustatten, und diese Verdoppelung muß die Anordnung der Erbstrukturen wahren, die jedem Chromosom im Zellkern eigen ist. Auch allen anderen winzigen Zellstrukturen muß die Fähigkeit der Selbstverdoppelung eigen sein, d. h., sie müssen imstande sein, aus dem Lebensstoff, in dem sie wirken, durch anziehende und ordnende Kräfte ihresgleichen neu zu erzeugen. Kein Leben, keine Vermehrung ohne diese Grundeigenschaft. Nicht umsonst sind die Biologen mit Hilfe der Chemiker und Physiker gegenwärtig so energisch darauf aus, gerade diese Frage aufzuklären[4]. Daß die Erbsubstanz in den Zellkernen dabei besonders intensiv erforscht wird, hängt nicht nur mit ihrer großen Bedeutung im Lebendigen zusammen, sondern auch mit ihrer relativ leichten Zugänglichkeit im Zellkern und der so auffällig geregelten Rolle bei der Kernteilung. In diese Strukturen ist denn die Forschung auch am weitesten vorgedrungen. Und doch sind sich die Biochemiker noch nicht einig darüber, was sie uns für Vorgänge vorschlagen wollen, welche das Rätsel der Selbstvermehrung lösen würden.

Solche Selbstvermehrung ist bisher nur in einem Medium bekannt, das bereits eine wichtige Charakteristik des Lebens, den Stoffwechsel, zeigt. Nur in dieser lebendigen »Umwelt« vermag der Komplex des Erbmaterials, vermögen die anderen »Elemente« des Plasmas den Aufbau solcher Duplikate, von Neu-Ausgaben der Eigenstruktur zu leisten. Die Biochemiker, die den Ursprung des Lebens erforschen und im Experiment nachzugestalten versuchen, müssen deshalb Urwelten schaffen, die selber einem Lebensstoff bereits recht ähnlich sehen – Umgebungen, in denen einfache organische Verbindungen in beträchtlicher Zahl vorkamen und das Material zu den frühesten Stufen solcher »Duplikation« liefern konnten.

Diese Experimente sind nicht mein Arbeitsfeld, und ein

Urteil über den Erfolg der Biochemiker auf diesem Gebiet steht mir nicht zu. Aber es macht mir den Eindruck, wenn ich mich in diese Studien vertiefe, als müsse man sich die urtümliche Umwelt geradezu als »lebendig« vorstellen, um die kennzeichnendsten Prozesse des Urlebens zu erklären. Der sibyllinische Satz Bernals: »Das Leben ist älter als das Lebewesen« ist in dieser Richtung zu deuten[5].

Über die Bildung der Duplikate komplexer Verbindungen, welche die Voraussetzung der Erhaltung des Lebens sind, suchen verschiedene theoretische Versuche Vorstellungsweisen zu entwickeln, ohne daß eine derselben jetzt schon eine allgemeine Geltung beanspruchen könnte.

Wir untersuchen heute das Leben auf einer Stufe, die wir als die molekulare bezeichnen können oder die makromolekulare, wenn man den Lebensstoff schärfer von physikalischen und chemischen Sachverhalten sondern will. Die Erforschung dieser untersten Stufe der Lebensstruktur geschieht mit den Mitteln des Physikers und des Chemikers. Nicht weil wir glauben, daß die Vorgänge des Lebendigen sich in Physik und Chemie auflösen lassen, sondern weil sie sich in einer Dimension abspielen, für die der methodische Zugang von jenen Wissenschaften geschaffen worden ist, die schon so lange mit dem Unsichtbaren haben umgehen müssen.

Bei diesem Umgang mit dem Unsichtbaren haben die Biologen Grundlagen für eine der bedeutendsten Lebenstatsachen gefunden: eine Basis für die Evolution, für die allmähliche Verwandlung der lebendigen Gestalten in erdgeschichtlichen Zeiten.

Die ersten Veränderungen am Lebendigen, wie sie die Evolutionsforschung ergründet und die letztlich auch den sichtbaren Organismus umformen, finden in dieser makromolekularen Größenordnung der Struktur statt. Die makromolekulare Welt des Lebensstoffes, des Protoplasmas, ist die Bühne, auf der sich bedeutsame Geschehnisse der Formwandlung des Lebens abspielen. Man hat in den Zellkernen (spärlicher und schwerer faßbar bisher im Plasma)

Gestalt im Unsichtbaren – das Erfassen dieser unsichtbaren Struktur ist eine der wesentlichen Voraussetzungen alles wissenschaftlichen Verstehens der Lebensvorgänge. Darum ist der Vorstoß in dieses Dunkel jenseits der letzten Lichter der mikroskopischen Technik so bedeutsam – deshalb erscheint mir der Vormarsch eine der größten Tatsachen der gegenwärtigen Lebensforschung.

Ein seltsames Reich, dieses Leben auf makromolekularer Stufe. Seine Eigenart tritt befremdlich hervor, wenn wir bedenken, daß es in dieser Lebenszone keinen Tod gibt, wie er als Schicksal uns Menschen bewußt ist – daß auf dieser Stufe aber auch keine Individuen vorkommen in der Art, wie wir bei uns, aber auch in allem höheren Tierleben das Einzelwesen kennen. Wir wollen uns einen Augenblick auf dieses Besondere besinnen – wir erkennen dann eher das Eigenartige der anderen Lebensform, der wir selbst angehören.

Es gibt keine Individuen auf der makromolekularen Stufe – sagten wir. Es gibt aber doch das einzelne Viruskörperchen, das einzelne Bakterium, es gibt Einzellige. Ja – aber während wir vom Einzelligen als Individuum reden wollen, fängt das Gebilde vielleicht an, sich in zwei zu teilen: jetzt sind zwei Wesen vor uns. Das Wort Individuum heißt und meint aber letztlich etwas Unteilbares. Wir sind an einer Grenze, wo unsere Alltagssprache nicht mehr gilt. Und wir wissen, daß solche Grenzen des Sagbaren immer auch Grenzen des Faßbaren, des unserem Geist Gemäßen sind!

Individuum, das ist das unteilbare Wesen, das nur in dieser einen Gestalt heil und ganz ist. Das ist das Wesen, das Weltbeziehung hat, das sich eine Welt des Erlebens formt und sich eine Weile lang in dieser Ganzheit erhalten kann – Tage, Jahre. Vielleicht denken wir auch an jahrhunderte-, jahrtausendealte Bäume – aber wir wollen uns sogleich auch darauf besinnen, daß Pflanzen wieder auf ihre besondere Art Individuen sind. Was man mit Stecklingen vermehren kann, das ist von etwas anderem Wesen

als wir. Ein Wort wie Blumenstock oder Korallenstock deutet ja schon an, daß in diesen Möglichkeiten einer vegetativen Vermehrung etwas Besonderes vor uns ist.

Uns geht es jetzt um das Besondere der makromolekularen primären Lebensform. Hier ist Teilbarkeit das zentrale Phänomen: Selbstvermehrung der elementaren Strukturen – so sahen wir – ist die Voraussetzung für diese Teilbarkeit des Lebensstoffes. Wo einmal ein Stadium auf diesem Teilungswege länger dauert, da sind es Zustände herabgesetzten Lebens, schlummernde Formen der Ruhe in schützenden Hüllen. Volles Leben der makromolekularen Stufe ist stetes Vermehren und Teilen.

Wir sind in einem Land, in dem es keinen Tod gibt. Was wir in Märchen etwa erträumen und ersehnen, das ist auf der einfachsten Lebensstufe Wirklichkeit. Es gibt nur die stete Teilung. Wenn ich absehe von einer zufälligen, mechanisch brutalen Zerstörung oder vom Zugrundegehen durch Veränderung der Umgebung, vom Gefressenwerden auch – davon also abgesehen, gibt es kein eigentliches Altern, wie wir es kennen; es gibt kein Ende, weil es kein Individuum gibt, weil jede Phase in der folgenden weiterlebt. Gerade weil es auf diesem Lebensniveau kein Individuum gibt, dürfen wir diesen stetsfort sich selbst vermehrenden Stoff auch nicht als unsterblich bezeichnen – denn von Unsterblichkeit sprechen wir erst in der Welt der Individuen – wenn wir die Frage bedenken, ob diese einmalige Einheit in einer geheimnisvollen Weise den Tod, den wir erfahren, überlebt.

Der Tod bezeichnet einen neuen Bereich des Lebens. Er ist eines der Kennzeichen höheren Daseins. Er ist da, sobald ein Individuum ins Leben tritt. Und das ist ein großer Schritt in der Jahrmillionen dauernden Geschichte des Lebens. Der Tod erscheint, sobald eine Organisation aufgebaut wird, die über die makromolekulare Stufe hinaus sehr komplizierte Organe formt. Individuen, individuelles Altern und Sterben – das gibt es nur, wo die makromolekulare primäre Lebensstufe überstiegen ist.

und vertiefen wird. Vorderhand wollen wir etwa so sagen: Der Lebensstoff hat die Fähigkeit der Selbstvermehrung aller seiner letzten Formelemente und vermag sich selber in Strukturen höherer Ordnung zu gliedern.

Die Forschung im Unsichtbaren bringt ein Grundprinzip des Lebensaufbaus aufs neue zur Geltung, das schon zu Beginn unseres Jahrhunderts ein großer Plasmaforscher, Martin Heidenhain, ausgesprochen hat. Heidenhain nannte diesen Grundvorgang die räumliche Durchgliederung des Plasmas, die »Diachorese«[3]. Sie ist eng verknüpft mit der Eigenschaft der Selbstvermehrung der Strukturelemente. »Diachorese« umschließt auch das nach wie vor ungelöste Problem, das wir mit dem Wort der »Differenzierung« bezeichnen und von dem die Zellen- und Gewebebildung nur ein Teil ist.

Sich selber gliedern – das ist das Entscheidende. Eine unter diesen Möglichkeiten ist die Gliederung in klar gesonderte Zellen. Wir kennen recht viele Organismen, bei denen sich nur die Kernorgane vermehren, während das Plasma diese Vermehrung nicht mitmacht, so daß vielkernige, im Plasma aber einheitliche Gebilde entstehen. Wir kennen andere, wie die Bakterien, bei denen kein geformter Zellkern vorkommt und die doch dem Kern entsprechendes Material im gesamten Plasma verteilt und wirksam enthalten. Wir müssen versuchen, diesen Vorgang der Gliederung und seine Beziehung zur Zellenbildung sorgsam zu prüfen, was seit Jahren ein Anliegen der experimentellen Entwicklungsforschung ist. Die Entwicklung eines Fliegenkeimes mag uns dabei als Modell dienen.

Dieser Keim enthält in seinem Protoplasma viel Dotter – nur ein Randsaum zeigt relativ reines Plasma. (Zuweilen, bei Termiten zum Beispiel, ist dieser Rand kaum angedeutet.) Im Zentrum liegt der Eikern, von ein wenig dotterfreiem Plasma umgeben. Er hat bereits durch die Befruchtung mit dem Samenfaden die artgemäße Ausrüstung mit Chromosomen erhalten. Dieser Kern teilt

sagen: »Ein Organismus baut sich selbst aus einer Eizelle auf!« Wer ist dieses sich selbst Aufbauende? Wir können vorerst nur sagen, es ist eine bereits jenseits aller Sichtbarkeit durchstrukturierte Plasmaorganisation mit weitgehend konstanten Arteigenschaften. Wir stoßen auf das Rätsel des »Selbst« – wir werden ihm immer wieder begegnen.

Die Darstellung des Selbstaufbaus und der Selbstgliederung des Keims soll uns zunächst so weit führen, daß wir das Unbehagen verspüren, das die landläufigen Aussagen über den »Aufbau aus Zellen« verursacht, wenn man die Vorgänge genauer prüft. Es ist schon viel erreicht, wenn wir den Irrtum erkennen, der durch eine solche Aussage begünstigt wird.

Gliederung ist ein umfassenderer Sachverhalt als Zellenbau. Doch müssen wir sogleich auch festhalten, daß der Begriff der Gliederung keine Erklärung der Keimentwicklung und der organischen Struktur gibt, sondern eine bloße Beschreibung. Ja, es ist gerade der Sinn dieses beschreibenden Ausdrucks, den Bann zu brechen, der durch die allzu leichthin erklärenden Inhalte der Zellenstaatslehre das Erkennen des eigentlichen Aufbauproblems verhindert hat. Ob ich Gliederung sage oder »Diachorese« – stets nenne ich damit eine in ihren Wirkweisen zunächst unerörterte Tatsache –, wir erblicken aber in dieser Sicht wenigstens das weite Feld des Unbekannten im Aufbau des Organismus.

Wir verwerfen hier die Zellenstaatslehre als erklärende Theorie – die Zellenlehre bleibt ein wichtiges Arbeitsfeld der Biologie. Aber sie ist begrenzt in ihrer Geltung[9].

Ein weites Reich der Strukturforschung im Unsichtbaren ist Plasmalehre oder Kernlehre, ohne deswegen eine Zellenlehre zu sein. Die apparative Stufe zeigt in ihren ersten Anfängen die Möglichkeit vieler Strukturen, von denen die »klassische« einkernige Organisation eines »Einzellers« nur eine ist – oft genug im Lebenszyklus mit vielkernigen Phasen wechselnd! Viele dieser einfachen

Lebensformen sind in wesentlichen Lebensstadien vielkernig, und die einkernigen Stadien sind in die Fortpflanzungsperiode verlegt.

Das Unbehagen über die Anwendung des Zellbegriffs hat früh schon dazu geführt, die Beachtung auf das Wirkfeld der Kerne zu verlegen, von diesem Bezirk als von einer »Energide« zu reden und so mono- und polyenergide Lebensformen dieser einfachsten Zustände des »apparativen Lebens« zu sondern. Diese Lösung wird noch immer recht oft verwendet.

Höhere Stufen des apparativen Niveaus können in monoenergider Form gebaut werden – Acetabularia ist ein solcher Fall –, sie können polyenergid sein, wobei viele Kerne im gemeinsamen Plasma verteilt sind. Noch viel häufiger aber umgeben sich die Kernbezirke mit einem von Zellwänden abgesonderten Plasmabezirk; das Gewebe wird »zellularisiert« – wobei diese Zellenstruktur entweder das Ganze durchwirkt oder in einzelnen Geweben zugunsten anderer Bauarten verlassen wird –, so etwa durch die Bildung von interzellularen Bereichen, die auch zum lebenden Aufbau gehören. Wer sich in die Komplikationen der Gewebelehren vertieft, der wird im höheren Organismus viele Bauteile finden, die schwer mit den vom Zellenbau her gebildeten Vorstellungen zu fassen sind.

Die »Erfindung« des Zellkerns, dieser so wichtigen apparativen Komplikation im Aufbau des Lebensstoffes, erschien uns zunächst als die Lösung des Problems, wie ein vollwertiger »Satz« der wichtigsten Erbfaktoren gestaltet werden kann, der durch Selbstvermehrung, durch die Grundeigenschaft der Selbstverdoppelung als »Paket« weitergegeben werden könne. Die Mechanismen der Zellteilung leisten diesen Akt und sichern so zunächst einmal das Fortbestehen eines Erbgutes, das sich als lebensfähig erwiesen hat.

Aber die Evolutionsforschung hat noch auf eine weitere Bedeutung der Erfindung der Zellkerne hingewiesen. Im Erbgut geschehen Veränderungen, erbliche, bleibende Umbildungen, die Mutationen. Das Erproben dieser Mutationen auf ihren Lebenswert – das haben die genetischen Forschungen gezeigt – wird durch die Mischung von Erbgut verschiedener Herkunft gefördert, durch das Schaffen neuer Kombinationen dieser fortwährend sich ändernden Erbkonstitution. Wir sind heute überzeugt, daß es der Lebensvorteil solcher steten Mischung, solchen Erprobens neuer Kombinationen gewesen ist, der in der Entfaltung von Pflanzen und Tieren jenen Formen die Oberhand verschafft hat, denen diese Vermischung auf irgend einem Wege regelmäßig gelungen und zur Konstitution geworden ist.

Eine der sichersten Einrichtungen für regelmäßiges Neukombinieren ist das seltsame Spiel, das die Biologen Sexualität nennen. Und gerade die Bewährung dieser Spielregel im Lebensspiel hat Sexualität zu einer umfassenden Einrichtung gemacht. Sie ist zunächst ein Geschehen auf der makromolekularen Stufe. Durch Einrichtungen, die letztlich zur Begegnung fremden Erbgutes der gleichen Art führen, wird die Möglichkeit des Zusammentreffens von neuen Varianten erhöht und damit auch die Entstehung neuer Abweichungen, höherer Lebensstufen gefördert – von Abweichungen, die sich dann in der Existenz am Werk zeigen und mit entscheiden über Erhaltung und Ausbreitung, über Bewährung oder Versagen eines Typus unter den wechselnden Lebensbedingungen[10].

Diese Rolle des Kerns gibt ihm eine Bedeutung, die wiederum größer ist als die der »Zelle«. Daß die Organisation, welche die Begegnung und Vermischung verschiedenen Erbgutes einer Art sichert, als einfachste Lösung das Treffen von je zwei Kernen veranstaltet, das hat zur Folge, daß die weiblichen und männlichen Keime, die der Fortpflanzung dienen, meist den Formwert von »Zellen« haben. Meist – nicht immer: Die Pollenkörner und Samenanlagen der höheren Pflanzen zum Beispiel haben

III DIE INNERLICHKEIT

Die Weltbeziehung und das Erleben

Die Lebensforschung, welche die unsichtbare Struktur organischer Substanzen ergründet, ist für viele Biologen die wesentliche Arbeitsfront. Das gilt nicht nur für alle die, denen die methodische Einheit der physikalisch-chemischen Forschung geradezu als die Naturwissenschaft schlechthin erscheint – es gilt auch für die Biotechniker, deren Ziel der Eingriff in die Lebensgeschehnisse, der Eingriff auf stofflicher Basis ist.

Diese Sicht der biologischen Arbeit verkennt aber einen großen Aspekt des Lebendigen: die Innerlichkeit, an deren Ergründung eine große zweite Front der Biologie arbeitet. Auch dieser Vorstoß geht ins Unsichtbare, doch in ein Unsichtbares von ganz anderer Art als das Reich der Substanz. An dieser zweiten Front arbeiten alle die Biologen, die das Lebendige vom Erleben her zu ergründen suchen, die das Seelische, die Psyche, erforschen wollen.

Die Forschung, welche die lebende Substanz mit den Mitteln des Chemikers und Physikers untersucht, führt immer weiter vom Erleben weg. Man darf sich darüber keine Illusionen machen, auch wenn man vielleicht da und dort glaubt, daß in ferner Zukunft auf dem Vormarsch zum Wesen der Substanz auch die Erklärung des Erlebens, des Seelischen sich finden müsse. Ich will lieber gleich feststellen, daß ich nicht dieser Auffassung bin!

Wir sind in einem eigenartigen Lande, wenn wir im Bereich des Seelischen zu arbeiten beginnen. Wir suchen unser eigenes Dasein zu erfassen und sprechen von oberflächlichem und tiefem Erleben und Denken. Dabei meinen wir mit Oberfläche und Tiefe etwas, was gar keine

Dimension im Sinne des räumlichen und zeitlichen Messens hat. Und wenn ich von Leichtsinn und Schwermut spreche, wenn ich an schwere Entscheidungen denke, so sagen diese Worte nur in einem von weither entlehnten Bild etwas über Gewichte und Belastung in meiner inneren Erfahrung aus. Was ich da in Dimensionen ausdrücke, gilt für ein Reich, das keine solchen Ausdehnungen kennt. Unser Vormarsch geschieht im Bereich des Dimensionslosen.

Diese Eigenheit der Innerlichkeit ist so entscheidend, daß sie oft genug dazu geführt hat, die Erforschung dieser Sphäre aus dem Bezirk der Naturwissenschaft auszuschließen. Um so wichtiger wird uns die Wendung der letzten drei Jahrzehnte, in denen die Biologen auf neuen Wegen tiefer in das Dunkel dieser Innerlichkeit vorgedrungen sind.

Wir wollen diese Wege ein Stück weit gehen – von einem Arbeitsfeld aus, das noch verhältnismäßig reiche und gesicherte Aussagen ermöglicht: von der Erforschung der Sinnesorgane. Erst wenn ich weiß, welche Eindrücke von der Außenwelt im Erleben des Tiers vorkommen können, darf ich ja darangehen, mir mit großer Vorsicht von der möglichen Innenwelt eine Vorstellung zu machen. Die Erforschung der Sinnesleistungen hat uns Einblick in große Kontraste des Welterlebens gebracht, die in den verschiedenen Tiergruppen verwirklicht sind. Sie hat uns Gewißheiten über Sinnesleistungen gegeben, die man früher als der Forschung unzugänglich erachtet hat. So haben wir unter anderem darüber Auskunft erhalten, daß viele höhere Tiere sicher Farben sehen, wenn wir auch nicht im einzelnen sagen können, ob dieses Erleben unserer eigenen Erfahrung von Rot und Grün oder Blau und Gelb entspricht. Wir lernen durch die Studien an Bienen, daß diese Insekten in der Skala von Gelb bis Orange und in der von Blau bis Violett farbig wahrnehmen. Wir erfahren, daß sie eine Mischung von Gelb und Violett als

hat singen hören, die in völliger Isolation aufgezogen worden ist, singt trotzdem zur gegebenen Zeit – mit etwa zwei Monaten – ihr schönes, volles artgemäßes Lied. Der Gesang wird bis in die Einzelheiten der Form durch Erbvorgänge vorbereitet. Ganz anders – wie uns wieder das Experiment gelehrt hat – beim Buchfinken: Hier wird nur die Anlage zum Singen ererbt, die Melodie aber erlernt, die der einzelne singt, und es kommt ganz darauf an, was für Lieder ein Fink in der wichtigen frühen Lebensphase zu hören bekommt, in der er – zeitlich beschränkt – zum Aufnehmen fremder Eindrücke bereit ist[10]. Buchfinken kann man also ebensogut zum Hänfling- oder Gimpellied wie zum Kanariengesang erziehen. Wir wissen auch, daß sie im Freien ihre regional begrenzten Dialekte haben – weil sie eben auch dort ihren Artgesang erlernen müssen. Ein Verhalten, das uns als Typus des Gebarens so einheitlich erscheint wie der Vogelgesang, ist in Wirklichkeit im einen Fall völlig ererbt, im anderen Fall weitgehend erlernt. Darum bringen wir ja auch nicht jede Vogelart zum Sprechen von Worten unserer Sprache.

Was also früher allzu einfach als völlig ererbt, als Instinkt aufgefaßt worden ist, das erweist sich als ein kompliziert angelegtes Spielfeld mit vielen Möglichkeiten. Da sind streng geregelte, automatenhaft wirkende Verhaltensweisen, daneben andere, in denen individuelle Erfahrungen in ein erblich gesichertes Geschehen eingegliedert werden – und je tiefer wir in dieser Welt des Verhaltens vordringen, um so zahlreicher werden die offenen Stellen, welche von der Erbstruktur für die kommende Erfahrung bereitgestellt sind und warten, und die erst durch die vollzogene Erfahrung zur Bildung von Gewohnheiten führen.

Das Auffinden von Strukturen, die für solches Lernen offen sind, bezeugt uns, daß wir die Struktur der tierischen Innerlichkeit nicht zu einfach sehen dürfen. Dieses Offensein bleibt aber durchaus im engen Raum einer begrenzten tierischen Umwelt befangen – ein Papagei, der Worte

über das Gebaren entscheiden. Hunger ist eine solche Stimmung, aber auch Sattsein, der Drang nach dem Geschlechtsgenossen, zum Schlaf, zum Wanderzug. Wenn im Winter die Schar der Rabenkrähen lärmend über uns wegfliegt, im Vorfrühling aber dieselben Vögel uns nur noch paarweise begegnen – sie fangen mit dem Brutgeschäft an –, dann liegt hier ein Wechsel der Stimmung vor.

Gerade in diesem Fall sagen uns aber die Biologen noch etwas Genaueres: hier sind Geschlechtshormone im Spiel, Drüsenstoffe, welche im Blut kreisen und, wie man etwa sagt, die Fortpflanzungsstimmung bewirken. Wir wollen doch dies Bewirken einen Augenblick näher ansehen – es bringt einige Aufschlüsse!

Nach der winterlichen Vereinigung zu Gesellschaften bringt das Frühjahr die Rabenkrähen zur Absonderung in Paaren, von denen jedes ein weites Revier für sich belegt und verteidigt. Das Erleben dieses Eigenraumes gehört also mit zu dieser Brutsituation. Die nahverwandte Saatkrähe dagegen drängt es in derselben hormonalen Verfassung zum Zusammenbleiben in Brutkolonien. Bei ihr gehört gerade der Betrieb der Artgenossen mit zum Erleben der Brutzeit. Wer entscheidet über diesen Unterschied des Verhaltens? Es sind nicht die Hormone, welche diesen Kontrast von zwei Arten bewirken – die Fortpflanzungshormone sind in beiden Fällen dieselben Stoffe! Erblich gegebene Strukturen des Erlebens sind da am Werk, Strukturen des zentralen Nervensystems, die den Arten Rabenkrähe und Saatkrähe verschieden zugeteilt sind.

Wir nennen diese erblich vorbestimmte Bereitschaft ein Reaktionssystem, die ebenfalls erblich geregelte Hormonabsonderung ein Aktionssystem. Ein Aktionssystem – hier für mehrere Arten das gleiche – bringt ein Reaktionssystem in Gang, das jeweils artgemäß verschieden ist. Wenn ich dieses komplizierte Spiel in seiner Anordnung voraussetze, so kann ich dieses größere Ganze für kurze Zeit außer Betracht lassen und mich der Analyse einzelner Glieder zuwenden. In diesem engeren Blickfeld darf ich

quem sind – in der Sache aber haben wir längst einsehen müssen, daß das Gebaren überall komplizierter ist, als es die Tropismenlehren seinerzeit meinten.

Im Bestreben, die Biologie ganz nahe an die exakten Naturwissenschaften heranzurücken, ist zuweilen das Lebendige auf ein paar sogenannte Elementarfunktionen reduziert worden, mit denen man das Leben zu kennzeichnen suchte: Reizbarkeit und Bewegung, Stoffwechsel, Wachstum, Entwicklung, Fortpflanzung, Vererbung und Mutation. Ich zähle in einer beliebigen Reihenfolge auf. Es ist aber auch immer wieder empfunden worden, daß diese Aufzählung ungenügend ist, wenn nicht auch die Eigentätigkeit, die Selbständigkeit der Lebensform zugleich betont wird. So hat Wilhelm Roux, dem wir die Begründung der Entwicklungsphysiologie verdanken, vor fast 50 Jahren hervorgehoben, daß man eigentlich alle die eben genannten Eigenschaften mit der Vorsilbe »Selbst« versehen sollte, daß wir also von Selbstbewegung, von Selbsterhaltung, von Selbstentwicklung sprechen müssen, ja, daß diese Vorsilbe »Selbst« geradezu den Kern des ganzen Lebensproblems kennzeichne[12].

Gewiß – auch Wilhelm Roux hat nicht sagen können, was dieses »Selbst« sei. Doch bleibt es eines seiner Verdienste, daß er dieses Besondere des Lebendigen klar herausgehoben hat. Wir sind übrigens mit dieser Benennung eines unbekannten Wirkens an ein Grenzproblem der Sprache gelangt. Unsere Sprache, die zunächst mit unserem bewußten Erleben und Handeln im Alltag fertigwerden soll, ist selber das Werk eines unbekannten Ganzen, eines solchen Selbst. Sie ist nicht in erster Linie dazu gemacht, etwas so Sonderbares auszudrücken, wie es in dieser Selbsttätigkeit des Organismus vorliegt.

W. Roux hat bereits eine sachliche Lösung versucht: Er bezeichnet diese Sphäre des unbekannten Eigenseins des Organismus, zu der auch das Erleben gehört, mit einem sehr allgemeinen Worte als »Innerlichkeit«. Im Zuge der mächtigen Entwicklung einer physikalisch-chemisch

orientierten Strukturforschung hat man das Anliegen von W. Roux und damit auch diese ganze »Innerlichkeit« wieder aus dem Bewußtsein der biologischen Arbeit verdrängt und zuweilen völlig vergessen. Erst die Wendung der Verhaltensforschung, welche die Erforschung der Innerlichkeit als Aufgabe anerkennt, zwingt zu einer erneuten Auseinandersetzung mit dieser besonderen Wirklichkeit und zur Klärung der Wege, die zu ihr führen.

Warum spreche ich von diesen Bemühungen, die um ein halbes Jahrhundert zurückliegen? Einfach, weil Wilhelm Roux der Vorkämpfer einer rein naturwissenschaftlichen Methodik gewesen ist und es darum doppeltes Gewicht hat, daß er die Notwendigkeit hervorhebt, die Innerlichkeit des Lebendigen zu beachten.

Diese Innerlichkeit müssen wir sogleich streng vom Bewußtsein sondern. Das Bewußtsein ist eine besondere Leistung, eine der vielen Möglichkeiten von Innerlichkeit. Diese selber geht aber weit über die Sphäre des Bewußten hinaus. Die Anerkennung der unbewußten Innerlichkeit durch die Psychoanalyse hat viele Kämpfe erfordert. Die Biologen, auch wenn sie das Wort nicht brauchten, widmen sich seit langem der Ergründung der unbewußt arbeitenden Innerlichkeit. Das ganze Problem des Instinktes ist ja nur ein Glied dieses großen Fragenkreises.

Die Tatsache, daß ein Tier sich nach Sonnenstand oder Sternenhimmel orientiert, zeugt von der Weite und Größe dieser verborgenen Aktivität. Die Pupille unserer Augen stellt sich unablässig ein auf die wechselnden Lichtverhältnisse um uns herum; hundert innere Vorgänge laufen gewohnheitsmäßig ab, weil wir in unserem Alltag zu dieser bestimmten Zeit diese bestimmten Handlungen tun. Unser Nervenleben hat dauernd einen ungeheuren Gedächtnisschatz zu seiner Verfügung: lauter Zeugnisse für eine Ordnungsweise, die diesen Lebensablauf regelt.

Diese reiche Gesamtheit von verborgenen Ordnungsweisen nennen wir Innerlichkeit. Niemand vermag sie zu lokalisieren; auch wenn wir einem Organ wie dem Gehirn die größte Bedeutung beimessen, so sind am Ganzen der Innerlichkeit doch alle Glieder des Ganzen mitbeteiligt. Gewiß ist das Gehirn ein Zentrum! Wie sehr aber auch dieses führende Organ als Glied eines Ganzen selber geführt ist, möchte ich doch noch an einem bescheidenen Beispiel zeigen: Es führt uns zu den Strudelwürmern, den Planarien, die wir unter Steinen in unseren Bächen und Flüssen finden können und mit denen viel experimentiert wird. Wenn ich einen solchen Wurm quer in zwei Teile schneide, so entstehen aus diesen Teilstücken wieder ganze Würmer. Das Vorderende baut sich einen neuen Hinterkörper, das Hinterende erzeugt einen neuen Kopf. Das Tier regeneriert, die Fähigkeit zu solcher Regeneration ist ein wichtiges Kennzeichen einfacher Lebensstufen.

Sehen wir dieses sich regenerierende hintere Wurmstück genauer an: Nachdem die Wunde verschlossen worden ist, formt sich in lebhafter Zellvermehrung ein embryonales neues Vorderende. In kurzer Frist organisiert sich in dieser Zone ein völlig neues Gehirn und ein neues Augenpaar mit neuen Fühlern. Das Wurmstück baut sich selbst ein neues Führungssystem auf!

Wir wollen überlegen: Ich sagte eben, es organisiert sich eine neues Gehirn. Sind wir uns, wenn wir das so sagen oder anhören, der Ungeheuerlichkeit bewußt, die wir da aussprechen? Ich mahnte bereits daran, daß wir von einem Geheimnis reden, als wir sagten, der Organismus »durchgliedere sich selbst« in seiner Entwicklung. Ich muß noch einmal daran erinnern, wie erstaunlich auch die Aussage ist, die wir eben machten. Wer ist »es«, das da organisiert? Wer ist dieses Selbst, das »sich« da »selber« ein Gehirn macht? Ein Gehirn, das dann später doch dazu bestimmt ist, den wieder heil und ganz gewordenen Wurm in seinem Alltagsleben zu lenken? Es ist gut, wenn wir uns von Zeit zu Zeit über dieses Geschehen im regenerierenden Lebewesen beugen und es auf das ernsteste bedenken. Nicht nur, weil wir dabei ja auch an alle die Heilungsprozesse mitdenken, von denen unser eigenes Dasein und

hat. Es genügt nicht, daß der Vogel in der Luft unsere Sehnsucht nach solcher Freiheit mächtig anregt. Es macht sich gewiß gut, den geflügelten Ikarus als Symbol auf Denkmälern zu verwenden, aber diese technischen Träume haben uns nicht fliegen gelehrt. Ein Blick auf die frühesten Gitterkästen, die sich zu Beginn dieses Jahrhunderts

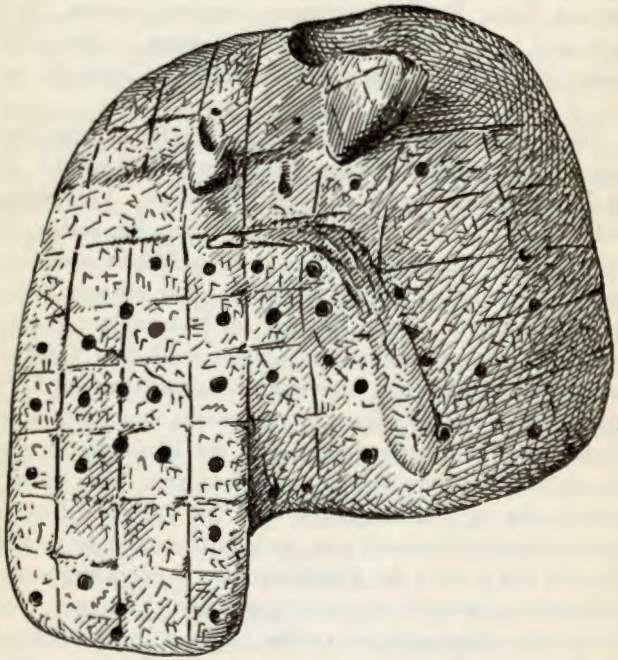

Abb. 6. Die uralten Kulturen Mesopotamiens haben die Idee der Sympathie aller Dinge, des Verbundenseins unseres Lebens mit den Vorgängen der Natur zur Voraussage des Schicksals ausgebaut, in der auch die Struktur der Leber von Opfertieren eine große Bedeutung hatte. Tonmodelle der Tierleber dienten diesem Beruf. Unser Bild soll daran erinnern, daß nur unter solchen ganz besonderen Voraussetzungen die inneren Organe in ihren formalen Einzelheiten beachtet werden. (1900 vor Chr., British Museum, London.)

zum erstenmal mit Motorantrieb wirklich in die Luft erhoben, bezeugt die Selbständigkeit dieses Entdeckungsweges. Nachdem aber die physikalische Forschung einmal die Gestalt von Tragflächen im Windtunnel der Laboratorien genau erprobt und verbessert hat, fangen wir erst an – beim Physiker in der Lehre –, den Vogelflügel als Instrument recht aufzufassen. Erst seit dieser Zeit verstehen wir auch die Filmaufnahmen richtig auszudeuten. Ich habe sicher keinen Grund, von der Arbeit der Biologen, die mein Alltag ist, gering zu denken – aber es gilt, die Schritte unseres Geistes richtig zu sehen. Das technische Denken ist einer unserer Menschenwege, und erst auf dem Umweg über eigenes Erfinden erfassen wir die technischen Formen der lebendigen Natur in ihrem wirklichen Funktionieren.

Die neueste Entwicklung der kybernetischen Apparate, der elektronischen Gehirne, fängt an, auch das Denken der Biologen, die Vorstellungen vom verborgenen Bau der nervösen Zentren zu beeinflussen. Aber nicht der Bau unseres Gehirns hat den Aufbau von Elektronengehirnen inspiriert – im Gegenteil: Die Entwicklung der Technik läßt es nachträglich als sinnvoll erscheinen, manche Strukturen im Nervensystem nach dem neu erfundenen, durchaus verstandenen technischen Modell aufzufassen und so das Lebendige hinterher zu verstehen. Die technische Erfindung einer wärmeregulierenden Einrichtung eines Thermoregulators lehrt uns, auf die Anwendung des Prinzips der Rückkoppelung zu achten und damit von Einrichtungen im Organismus technisch zu denken, die bisher unter dem sehr vagen Wort der Regulationsfähigkeit nur allgemein als irgendwie im Verborgenen wirkend erfaßt worden waren.

Je stärker unser ganzes Leben vom ernsten Spiel des technischen Erfindens abhängt, desto höher steigt die allgemeine Geltung jeder technisch durchschauten Form. Desto mehr Grund aber haben wir auch, deutlich zu sagen, daß der technische Verstand stets nur einen geringen Teil

der lebendigen Gestalt erhellt und daß wir einen argen Irrtum begehen, wenn wir den so verstandenen Anteil überschätzen. Darum suche ich ja zu zeigen, daß viele Wege begangen werden müssen, wenn wir die gesicherten Aussagen über Lebendiges einigermaßen überschauen wollen.

So hoch stand die technische Deutung des Organismus zeitweilig im Kurs, daß die organische Form geradezu als Vorbild vor Augen gestellt wurde. Eben: die Natur als große Lehrmeisterin. »Form follows Function«, die Form ist das Ergebnis der Leistung – sie ist Zweckgestalt –, das war eine Weile auch der Ruf, der eine neue Architektur auf die Naturform zurückverwies[2]. Ja, dieser Satz wurde sogar als die Wiederentdeckung einer alten Wahrheit aufgefaßt, als ein zeitloses Grundgesetz der Gestalt, der Naturgestalt wie auch aller recht geformten Dinge des Menschen. Die für das allgemeine Denken arg vereinfachte Formel des vulgären frühen Darwinismus, daß das Zweckmäßige erhalten, das Unpassende von der Selektion ausgemerzt werde, hat nicht wenig dazu beigetragen, die technisch verstandenen Anteile in der Deutung der Organismen übermäßig zu bewerten.

Die Bedeutung, die das technische Denken heute aus vielen guten Gründen in unserem Leben gewinnt, hat verheerende Auswirkungen auf unsere Naturansicht. Schafft doch diese Denkart eine Klasse von bevorzugten Gestalten und blendet in einer für viele sicher wohltuenden Einseitigkeit weite Bereiche der natürlichen lebendigen Erscheinung von der gewöhnlichen Sicht ab. Wenige Privilegierte stellt sie dafür ins hellste Licht.

Da uns im folgenden die tierischen Muster und Färbungen noch recht oft begegnen werden, so seien sie hier schon – zunächst als Beispiel der Auslese von bevorzugten Gestalten – eingeführt. Der technische Blick auf die Erscheinung der Organismen holt sich sogleich zwei Lieblingsobjekte heraus: die besonders Auffälligen und die ganz Unauffälligen, die Flaggenträger und die Getarnten.

Da sind die Auffälligen: es herrscht das reine Weiß und Schwarz, es dominieren die Farben, die sich vom grünen Hintergrund der Vegetation, vom braunen Boden klar abheben wie sattes Rot und Gelb, Gestaltungen wie etwa die kreisförmigen Augenflecke, die wir in so großer Zahl bei Insekten, auf Vogelfedern finden. Die Streifung des Zebras und hundert ähnliche Gebilde stehen vor unseren Augen. Wir verstehen solche Muster als Artsignal im Erkennungsdienst bei höheren mit Augen begabten Tieren, wir erfassen sie als Warn- oder Schreckmittel, auch als Nachahmung solcher abschreckender Wesen wie etwa Wespen, als einen Schutz auf Umwegen also. So wie wir diese Muster als sinnvoll verstehen, so sprechen auch jene anderen tierischen Färbungen sogleich zum Verstand, die wir mit dem Sammelwort der Schutzfärbung bezeichnen, die Gestalten, die mit der Umgebung übereinstimmen, mit dem Weiß der Schneelandschaft, mit dem Grün der Vegetation, mit dem Blau der Hochsee, die Muster, die ein Tier in der Umgebung auflösen, die es so aussehen lassen, als wäre es ein Teil der Baumrinde, ein Grashalm oder ein Blatt. Ich brauche die Beispiele nicht zu häufen, denn unsere Museen und unsere Tierbücher zeigen ja Derartiges mit größter Bereitschaft – eben weil es ohne weiteres zum Verstand spricht. Man nennt die auffälligen Formen die semantischen, weil sie wie Fahnen, wie Wahrzeichen gefärbt sind, die schutzfarbenen Tiere dagegen die kryptischen, weil sie uns auf das Verbergen hin geschaffen erscheinen.

Diese beiden extremen Gestaltungen haben das besondere Augenmerk schon dadurch auf sich gelenkt, daß sie sich verhältnismäßig leicht durch das Prinzip der Auslese verstehen lassen, das der Darwinismus in die Diskussion der lebendigen Gestalten eingeführt hat. Es ist ja auch sicher richtig, wenn wir viele der Wirkungen dieser semantischen Farben oder der kryptischen im Lebensspiel unter anderem auch im Sinn der Darwinschen Idee deuten – immer vorausgesetzt, daß wir nicht glauben, es sei damit alles gesagt!

Technisches Denken begegnet uns auch in mancherlei Verkleidungen, hinter denen es nicht immer leicht zu erkennen ist. So mischt es sich oft mit anderen aus der Erfahrung abgeleiteten Regeln des Gestaltenvergleichs und führt im Verein mit Methoden, die von der Wissenschaft anerkannt sind und viel verwendet werden, zuweilen zu unhaltbaren Folgerungen. Ein Beispiel mag diese unzulässige Mischung verdeutlichen.

Die Erfahrung lehrt den Wirbeltierforscher, daß gewisse Zahngestaltungen stets mit bestimmten anderen Formkennzeichen zusammengehen, daß eine Korrelation zwischen verschiedenen Merkmalen einer Tiergestalt besteht. Die relative Sicherheit solcher Beziehungen erlaubt ja oft genug aus dem Fund eines einzigen fossilen Zahns sehr weitgehende Rekonstruktionen ausgestorbener Arten, von denen wir keine anderen Zeugnisse besitzen.

Dieses Gesetz der Korrelation wird aber zuweilen erweitert zu einer über die reine Erfahrung hinausgehenden Deutung der Naturgestalten – aus der Feststellung einer relativ sicheren Beziehung wird eine Auslegung – ein Prinzip der Ökonomie wird als Erklärung der Korrelation eingeführt, und man vermutet ein ausgleichendes Prinzip, ein Gesetz der Kompensation am Werk.

Das Fehlen von Zähnen im Oberkiefer der Horntiere wird in eine notwendige materielle Beziehung gebracht zur Ausbildung von Gehörnen und Geweihen; die Deutung läßt ein Gesetz der Wirtschaftlichkeit, der Sparsamkeit walten. Die großartige poetische Gestaltung, die Goethe seinen Ideen über die Formwandlung des Wirbeltiertypus 1820 gegeben hat, mag von dieser Interpretation der Gestalt zeugen:

»Siehst du also dem einen Geschöpf besonderen Vorzug
Irgend gegönnt, so frage nur gleich, wo leidet es etwa
Mangel anderswo, und suche mit forschendem Geiste,
Finden wirst du sogleich zu aller Bildung den Schlüssel.
Denn so hat kein Tier, dem sämtliche Zähne den obern
Kiefer umsäumen, ein Horn auf seiner Stirne getragen,

Und daher ist den Löwen gehörnt der ewigen Mutter
Ganz unmöglich zu bilden, und böte sie alle Gewalt auf;
Denn sie hat nicht Masse genug, die Reihen der Zähne
Völlig zu pflanzen und auch Geweih und Hörner zu treiben.«

Ich wähle mit Absicht dieses Beispiel, da wir der naturwissenschaftlichen Seite von Goethes Schaffen wiederbegegnen werden. Es wäre leicht, an vielen Beispielen der vergleichenden Morphologie nachzuweisen, daß dieser »Schlüssel« kein Naturgesetz der Ökonomie erschließt. Es braucht nicht viel Mühe, zu widerlegen, daß es nicht eine Frage der verfügbaren »Masse« ist, wenn Zahnreihen unvollständig werden und zugleich Stirnorgane erscheinen. Manche Säugetiere mit voller Zahnserie und erstaunlich unökonomischen Hautgebilden auf Nase und Stirn könnten wir als Beispiel aus der Erdgeschichte vorführen.

Es geht aber im Augenblick nur darum, zu erkennen, daß in dieser Deutung eine Überschreitung des empirisch Feststellbaren vorliegt, die dem Geist einer bestimmten Naturansicht entspringt, einer Auffassung, die der technischen Deutung von organischen Formen nahesteht. Die Ausweitung von Korrelationsgesetzen ist im übrigen ein Vorgang, der in der vergleichenden Morphologie seine lange Geschichte hat.

Der Versuch, die lebendigen Gestalten durch das technische Denken zu verstehen, bringt eine unabsehbare Fülle von pflanzlichen und tierischen Formbildungen zur Geltung. Er befriedigt das rationale Denken auf besonders einfache Weise, so sehr, daß wir darob andere Möglichkeiten der Beurteilung von Organismen entweder völlig übersehen oder sie unterschätzen, weil sie nicht direkt der wissenschaftlichen Sphäre entspringen.

In unser Urteilen über Lebensformen mischen sich doch auch Gefühlswertungen, die tief in uns verwurzelt sind. Unser Geist faßt gewisse Formen von »Natur« lebhafter und bereitwilliger auf als andere. Es gibt Formen, die sich

Ziel, das die Natur in ihren Bildungen erstrebt! Und Heinrich Wölfflin, der wie wenige nur dieses klassische Erleben von Formen zu erfassen gesucht hat – auch er meint, die lebenssteigernde Wirkung echter Klassik sei mit ihrer Naturverwandtschaft begründet. Nicht umsonst spricht er gern im Bild des Organischen, von der »gelenkigen Verbindung der Teile«, die aus dem Menschenwerk einen neuen Organismus macht[4]. Es ist seine Überzeugung, daß »eine gewisse Vorstellung vom Schönen, die der Künstler in seinem Geist trägt, mit der Idee des Schönen in der Natur identisch ist«. Die Verehrung dieses Schönen, dieses Gesetzlichen wird dadurch zu einer Art Gottesdienst. »Ganz Gestalt geworden sein, das heißt, ganz unabhängig und selbständig in der Welt stehen« – nirgends findet der menschliche Geist diese Autonomie der Gestalt eindrucksmächtiger als im fliegenden Vogel, im kreisenden Adler, im Bild des ziehenden Reihers. In der Betrachtung hoher Naturgestalten wie in der des klassischen Kunstwerks »genießen wir das seltene Glück, an einem größeren, reineren Dasein teilzunehmen«. »Wenn man aber glaubte, mit den Formbegriffen der klassischen Kunst sich im Einklang mit der schöpferischen Natur zu halten, so war man damit nicht im Irrtum, und die lebenssteigernde Wirkung echter Klassik mag mit dieser Naturverwandtschaft begründet sein.«

»Natur« wird durch diese konstante und zielstrebige Auslese des Beachteten schließlich zu einem Garten der auserlesenen Ranghohen eingeschränkt – oder erhöht? Ein Ausschnitt von Privilegierten – wie legitim die Privilegien auch scheinen mögen – tritt an die Stelle der Wildnis, die der Naturforscher vor sich findet.

Die Künstler selbst haben den Ausgleich längst geschaffen. Der Klassik steht eine Gegenklassik entgegen: dem Tierpark der klassischen Kunst der Höllenzauber der dämonischen Welt von Hieronymus Bosch und anderen.

Es ist ja auch kein Zufall, daß der faden Wiederbelebung von Renaissancekunst in der zweiten Hälfte des

Das Zusammenwirken des Formgefühls und des technischen Denkens führt in der Naturbetrachtung zu einer ganz besonderen Auszeichnung einzelner Gestalten: Wenn das ästhetische Gefühl und der technische Verstand zugleich angesprochen werden, so entsteht ein Höchstes an Eindruckskraft. Solche Gestalten werden unter allen Umständen zu den weit bevorzugten gehören. Sie werden sich in unserem Urteil an einen besonderen Platz vordrängen, wenn wir vom höheren Leben des Tieres reden. Der Hirsch, die Gazelle und der Windhund, das Pferd und der Adler, die Stromliniengestalt eines Fisches, die elegante Bewegungsform einer Schlange: Es gibt wenig Gestalten, die wie diese immer wieder im Zentrum der Beachtung stehen.

Wir müssen dieses recht verborgene Zusammenspiel der Urteile sehr ernst nehmen, wenn es uns um das Verstehen der lebendigen Gestalt zu tun ist. Einmal mischen sich ja die Urteile aus der Sphäre des alltäglichen Erlebens, der ästhetischen Konventionen und des technischen Denkens dauernd in unser Erleben und unsere Aussagen von Tier- und Pflanzengestalten ein. Anderseits liegt in der Übereinstimmung, die uns auf Grund unserer eigenen angeborenen Gesetze des Sehens gewisse Naturgestalten als edel und hoch erscheinen lassen, andere als Ungeziefer und Geschmeiß – es liegt in diesem Urteil auch eine Anerkennung der Tatsache von Rangunterschieden. Wie unscharf auch dieses erste Urteil des Gemütslebens sein mag, solche Übereinstimmung weist auf objektive Tatsachen der Gestaltung, auf Zusammenhänge von Wesen und Erscheinung hin, die auch dem Forscher als Problem aufgegeben sind.

Es genügt nicht, dem Biologen zu empfehlen, alle derartigen Urteile bei seiner Deutung auszuschalten. Es gilt vielmehr, diese Urteile des technischen Verstandes wie die des Gefühls als Glied der Deutung zu erkennen und ihren Ort im Versuch des Verstehens zu bestimmen. Wir wollen einen Ansatz dazu wagen.

Es gilt vor allem einmal, neben den Privilegierten auch die vielen Unbeachteten zur Geltung zu bringen. Wir müssen uns bemühen, uns alle jene »unansehnlichen« Lebensformen vor Augen zu stellen, die weder dem technischen Sinn, noch unseren Gesetzen des Sehens »in die Augen springen«, an denen wir aber anderseits auch nicht ohne weiteres besondere Eigenschaften des Verbergens vorfinden. Wer nach den Kategorien des Auffälligen oder des Verbergenden ordnet, der wird sich auch darauf besinnen müssen, daß neben diesen Beachteten, Extremen auch unscheinbare Neutrale, optisch indifferente Gestalten stehen und daß in vielen Tiergruppen diese die Mehrzahl sind. Auch wenn wir in der Richtung der Abstammungslehre suchen, so sind diese Indifferenten die Basis, die Grundformen, von denen aus die Bildung der optisch wirksamen Gestalten, der semantischen wie der kryptischen, sich vollzogen hat.

Wendet sich der Blick den vielbeachteten technisch verstandenen Formen zu, so verlangt das schwere Problem der Funktion Beachtung. Niemand wird die Fruchtbarkeit der funktionellen Analyse verkennen: Die physiologische Forschung ist eines der großen Zentren der Biologie, und die morphologische Arbeit hat bedeutende Anregungen, auf manchen Gebieten eine wahre Wiedergeburt erfahren, indem sie zu einer funktionellen Morphologie geworden ist.

Aber die Hochschätzung dieser Leistungen darf nicht vergessen lassen, wo die Grenzen dieser Symbiose von Morphologie und Physiologie liegen. Daß die Ergründung der auf Leistung hin strukturierten Organe der Erhaltung das fruchtbare Feld dieser Zusammenarbeit bilden, ist unbestritten. Die Schwierigkeiten zeigen sich erst, wenn es um die Abgrenzung der Funktionen geht.

Ein Blick auf die Architektur ist vielleicht aufschlußreich. Gegenüber einer Auffassung, die von historischen Reminiszenzen lebte, die alle Epochen der Vergangenheit kopierte und dem Postgebäude, dem Bankhaus Formen

gab, die man den Tempeln der Antike entlehnt hatte – gegenüber dieser Ansicht war es erfrischend, befreiend, daß die falsche »Fassade« abgewertet, das Bauen vom Zweck her, das Planen nach Forderungen der Lebensfunktionen proklamiert und durchgeführt wurde.

Aber schließlich wurde dieser Wille zur funktionellen Form, zum Bauen von innen heraus einer allzu engen Bestimmung unseres Lebens hörig, die in der Erzeugung von Wohnmaschinen ein Ideal erlebte. Jetzt wurde langsam offenbar, daß es nicht genügt, einfach die Einheit von Form und Funktion zu fordern, ohne daß die Funktionen des Lebendigen, in unserem Fall die der menschlichen Daseinsführung, allseitig beachtet und erkannt waren. Es meldeten sich unbeachtete Forderungen und wollten als »Funktionen« anerkannt sein: »Abwechslung« oder »Behagen«, »Erregung« und »Ruhe«, »Intimität« und »Wechsel der Reize« wurden allmählich in ihren Rollen in der Lebensgestaltung erkannt.

Vielleicht ist dies der Augenblick, daran zu denken, daß die Verhaltensforschung in derselben Zeit beim Tier einen entsprechenden Reichtum von »Funktionen« entdeckt hat, denen Gestaltungen wie Verhaltensarten, Formen so gut wie Prozesse zugeordnet sind. Der Begriff der Funktion wird beträchtlich erweitert, in der Einschätzung des menschlichen wie in der des tierischen Lebens. Die Gestaltdeutung folgt dieser Erweiterung – ein Prozeß, der in vollem Gang ist[5].

Aber das Problem von Form und Funktion ist mit dieser Erweiterung nicht gelöst. Die Vorstellung einer Funktion bleibt auch in dieser neuen Variante gebunden an das Beziehungssystem, in dem bisher die biologische Arbeit einen Zusammenhang von Form und Funktion überhaupt feststellt. Dieses Beziehungssystem ist gleichsam die Bühne, auf der das Stück gespielt wird, dem wir da unsere Beachtung schenken: es ist in der Sicht der meisten Naturforscher die Lebenserhaltung, die Erhaltung des Individuums wie die der Art.

Ob ich »Komfort« als lebenswichtig einsetze und also Komforthandlungen als wesentlich anerkenne, ob ich »Intimität« objektiv als für das höhere Individuum notwendig feststelle – stets ist Förderung des Individuums oder der Art, Lebenserhaltung im engeren und weiteren Sinn das Kriterium für die Harmonie von Form und Leistung.

Lebenserhaltung als Sinn der Gestalt, das ist das weiteste Beziehungssystem, in dem der technische Geist Verständnis erwartet. Darum drängen sich ja unserem Blick jene Formen so unmittelbar auf, in deren Erscheinung eine besondere Leistung des Erhaltungsdienstes alles beherrschend hervortritt: sei es, daß ein rascher Schwimmer ideale Torpedogestalt zeigt oder ein Segler uns das reine Flugwesen verkörpert. Auch wenn in einer Gestalt durch tarnende Form und Farbe die Funktion des Verbergens dominiert oder wenn ein anderes Wesen als ein Plakat seiner Geschlechtsfunktion sich präsentiert, so ist es das Verstehen dieser Gestaltung als lebenserhaltend, das diesen Formen eine besondere Beachtung sichert. Wir vergessen angesichts solcher eindrücklichen Wirkungen nur zu leicht, wie viele Vertreter derselben Tiertypen nicht so auffällig auf eine Leistung hin geformt und trotzdem da sind. Wir sehen meist nicht mehr, daß ein Versuch des Verstehens lebendiger Formen gerade von diesen weniger Auffälligen ausgehen und die meist Beachteten als Extreme erkennen muß.

Wer aber die Mannigfaltigkeit der Gestalten eines Verwandtenkreises überblickt, der erkennt, daß neben den Strukturen, welche die Forderungen der Erhaltung erfüllen, auch ganz andere Möglichkeiten freierer Gestaltung verwirklicht sind, deren Sinn nicht im bloßen Lebenbleiben aufgeht. Der Blick auf diese Formen läßt uns einsehen, daß mit dem Funktionsbegriff, der im Beziehungsfeld »Erhaltung« gültig ist, die lebendige Form nur partiell erfaßt wird. Der Umgang mit den technisch unverstandenen Formen zeigt nicht nur Gestalten, deren technische Form wir noch nicht »funktional« erfaßt haben

– das gibt es natürlich –, er zeigt auch eine Unzahl von Erscheinungen, die sich diesem Verstehen entziehen.

Wir stehen vor der Aufgabe, Beziehungssysteme zu erkennen, die über die reine Erhaltung hinaus gelten, die einen umfassenderen Sinnbereich aufschließen, in dem wir die Gestaltmerkmale im einzelnen wie auch das Ganze des Organismus erfassen können.

V DER RANG

Die Stufen der Weltbeziehung und ihre objektive Bestimmung

»In der Naturwissenschaft wird der Fortschritt von den niedrigsten zu den höheren Lebewesen mit den Begriffen Differenzierung und Integrierung bezeichnet. Gemeint ist, daß die Glieder allmählich zu Kontrastformen auseinandertreten und gleichzeitig mehr und mehr zu integrierenden Bestandteilen des Ganzen werden, d. h. zu Teilen, wo der Wegfall eines einzigen die Verstümmelung des Ganzen bedeutet. Eben das ist der Sinn der Entwicklung auch in der Kunst. Die höheren Formen von Organisation aber bezeichnen auch höhere Grade von Daseinskraft und Daseinsfülle ... Alle ›Form‹ wirkt lebenssteigernd.«

Heinrich Wölfflin mahnt hier an ein Problem, das dem Biologen in seinem großen Arbeitsfeld überall begegnet: die Frage nach dem Rang[1]. Es geht dabei nicht nur um die Unterschiede der Richtung, welche die Lebensweise von Pflanze und Tier sondern, und die ja auch zugleich als verschiedene Stufen der Weltbeziehung vor uns sind. Es handelt sich auch um die Kontraste in der Lebensform, die den Regenwurm von einer Biene, die Schnecke vom Tintenfisch unterscheiden, die den Igel vom Makaken, einen Fasan vom Kolkraben trennen.

Das Rangproblem begegnet dem Botaniker wie dem Zoologen. Die Bildung einer Blüte führt uns eine höhere Stufe des pflanzlichen Wesens vor Augen als die Ausgestaltung von Moosen und selbst von Farnen. Nicht als gäbe es im makromolekularen Bereich gar keine Rangprobleme; auch dort gibt es Evolution, Stufen der Wirksamkeit oder der Komplexität – aber sie können viel

nischen Zivilisation über die Erde hin stellt täglich dringender die Forderung, das Lebensrecht dessen, was anders ist und schwächer als der Mensch, zu bedenken. Das aber heißt die Rangfrage stellen.

Man glaubt einigermaßen zu wissen, was hoch und was niedrig ist, aber meist bleiben die Argumente doch recht unklar. Wir wollen darum zuerst einmal feststellen, was uns überhaupt vom Rang zeugt.

Oberstes Kriterium für diese Feststellung ist eigentlich das, was wir Innerlichkeit genannt haben. Ich muß für ein Urteil über Rangprobleme die Erlebnisseite mit in Betracht ziehen; gerade aus dem Wissen um den Reichtum der Weltbeziehung gewinne ich einen Maßstab. Nun ist gerade eine Aussage über Innerlichkeit die schwierigste Aufgabe für den Naturforscher, und die experimentelle Biologie hat gute Gründe, dieser schwer faßbaren Tatsache in vielen ihrer Arbeitsfelder aus dem Wege zu gehen. Trotzdem ist das Rangproblem in jedem Entscheid über die Wahl eines Versuchstiers latent mit im Spiel und damit auch eine Annahme über den Reichtum der Weltbeziehung des Wesens, das wir für unsere Zwecke einsetzen.

Ich stelle das am schwersten faßbare Merkmal des Reichtums der Innerlichkeit, der Weltzuwendung voran, weil es trotz aller Schwierigkeiten einer exakten Bestimmung doch erfühlt wird und sich so stets Geltung verschafft. Das Gefühl, wie sehr es der Forscher auch unter Kontrolle bringen muß, ist gerade dann als eine Quelle von Erfahrung nicht auszuschalten, wo es sich um Innerlichkeit handelt.

Mit der Weltbeziehung steht ein von außen leichter feststellbares Faktum im Zusammenhang: der Grad von relativer Autonomie. Niemand wird daran zweifeln, daß ein Zugvogel, der Lappland verläßt, nach Südafrika fliegt und seinen Nistort im Norden wieder findet, einen höheren Grad von Selbständigkeit besitzt als eine Schnecke, die auf

eine kleine feuchte Lebenszone beschränkt ist. Wir sind auch darin einig, daß ein Warmblüter, der in Eis und Schnee der Polarzone sich durchzuhalten vermag, einen höheren Grad von Autonomie hat als die Molche, die sich im Winter verkriechen und in einen lethargischen Zustand verfallen müssen. Der Grad von Wachheit ist eines der Kriterien von Ranghöhe.

Die relative Autonomie äußert sich auch darin, daß ein Fisch imstande sein kann, vom Meer ins Süßwasser und von dort wieder ins Salzwasser zu reisen, oder vom Meer auf den Strand in die feuchte Atmosphäre. Im Meer leben Tiere, die auf einen ganz strengen Salzgehalt beschränkt sind, neben Verwandten, die mit einem sehr weiten Grad der Anpassungsfähigkeit ausgerüstet sind. Für die Temperatur der Umgebung gilt das gleiche. So sind manche Tintenfische, die uns als freie Bewohner unermeßlicher dreidimensionaler Meeresräume erscheinen, eingesperrt in eine recht enge Zone von etwa 5 Grad Temperaturunterschied.

Von großer Bedeutung ist die Fähigkeit, das innere Milieu stofflich konstant zu halten. Je besser diese Stetigkeit in der Zusammensetzung der Zellsäfte des Blutes gesichert ist – durch Drüsen aller Art, die Stoffe absondern oder zurückhalten, durch eine Haut, welche den Verkehr nach außen regulierend beeinflußt, also den Stoffeintritt und -austritt zu vermehren vermag –, um so größer wird die Selbständigkeit, mit der sich ein Tier in verschiedenen Lebensräumen halten kann.

Regulation der Körperwärme ist eine besonders wichtige Etappe auf diesem Weg zur Autonomie. Im antarktischen Winter brüten die Kaiserpinguine bei Temperaturen bis –60° C und tiefer, auf einer Eisschicht stehend. Ihr einziges Ei halten sie auf den Füßen und sichern ihm durch eine Bauchfalte die Bruttemperatur von etwa 36 bis 38° C. Diese Vögel haben eine Fähigkeit der Bewahrung für ihre Körpertemperatur ausgebildet, die weit über der unsrigen liegt. Diese Kaiserpinguine – nur die

Männchen brüten – nehmen in den 62 bis 64 Tagen der Brutzeit etwa um ein Viertel ihres Körpergewichtes ab und ergänzen es wieder, wenn sie vom weiblichen Partner zur Jungenpflege abgelöst werden. Die Kaiserpinguine bezeugen eine besonders hohe Möglichkeit der Selbstbehauptung unter widrigen Umständen.

Wir müssen aber auch die anderen Aspekte dieser extremen Lebensform sehen: hohe Autonomie hat zur Voraussetzung, daß die Ernährungsmöglichkeiten optimal gesichert sind. Hohe Selbständigkeit heißt immer auch hohe Abhängigkeit. Die Dauerspore des Bakteriums unterliegt dieser Abhängigkeit nicht. Der hellste Wachzustand wie die Autonomie haben als dunkle Schattenseite die gebieterische Forderung der höchsten Ernährungsmöglichkeiten. Das hat zur Folge, daß viele dieser autonomen Formen nur am Strand der polaren Meere vorkommen können, weil nur die Tierwelt der kühlen Meere in ihrem großen Reichtum das zur Verfügung stellt, was sie zur Erhaltung ihrer Selbständigkeit unabdingbar brauchen. Gesteigerter Rang heißt immer auch gesteigerte Bedrohung – das Ranghohe ist auch das Gefährdetere.

Daß die Erforschung der Sinnesorgane und ihrer Leistungen ein Urteil über Ranghöhe ermöglicht, bedarf kaum der besonderen Erörterung. Auch daß die Morphologie und Physiologie in ihren Analysen die Bestimmung der Differenzierungshöhe und der Integration entscheidend fördern, gehört zu den vertrauten Tatsachen.

Keines der bisher erwähnten Mittel zur Bestimmung des Ranges darf als sicherer Führer gelten, keines ausschließlich verwendet werden. Rangbestimmung ist ein Urteil über einen komplizierten Sachverhalt und erfordert vorsichtiges Werten von vielen Merkmalen.

Weder die Dauerfähigkeit noch die räumliche Ausbreitung allein darf als Zeichen der Ranghöhe gelten. Die Gehirnausbildung eines Tukans ist komplizierter als die der meisten unserer weit über die Nordhemisphäre verbreiteten einheimischen Vögel; obschon die Tukane durch

VI DIE ERSCHEINUNG

Vom Sinn der lebendigen Gestalten

1. SELBSTDARSTELLUNG DES LEBENDIGEN

Es sind jetzt 40 Jahre her, daß sich zum erstenmal auf Helgoland die Welt der großen glashellen Meerestiere für mich aufgetan hat. Es ist lange her und doch, wenn ich heute mit unseren Studenten und meinen Mitarbeitern in Villefranche oder Banyuls das Wunder dieser Durchsichtigen wieder schauen darf, so sind sie neu vor mir wie am ersten Tag: die Medusen, die Rippenquallen, die Würmer und Krebse der Hochsee, dazu alle die transparenten Larvenformen, die so anders sind als das, was sich in der Metamorphose aus ihnen bildet.

Viele dieser Glashellen, besonders klar die Medusen und Rippenquallen, aber auch Würmer und Krebse, offenbaren uns einen Bauplan, der eine völlige Übereinstimmung von innen und außen zeigt: Die Symmetrien des durchsichtigen Äußeren stimmen völlig mit denen der inneren Organe zusammen – das Tier bietet dem Auge seinen Körperbau übersichtlich dar, und die inneren Organe sind oft leuchtend rot oder gelb, zuweilen auch schwarz gefärbt. Das ganze Tier ist für unser Auge klare, durchschaubare Erscheinung.

Was soll daran besonders sein? Das wird uns erst deutlicher, wenn wir die Organisation der höheren Formen vergleichen, etwa die eines Fisches, eines Kalmars, eines Delphins, welche ja in denselben Wassern leben. Nie »durchschauen« wir den Leib dieser Wesen; der Blick wird an einer undurchsichtigen Oberfläche aufgehalten, die freilich interessant genug sein kann. Sie verhüllt das

Innere; der Zoologe muß die Leibeshöhle öffnen und findet dann beim Fisch zum Beispiel einen kompakten Knäuel von Organen – so wie ihn auch unsere Bauchhöhle enthält. Das Entwirren dieser Eingeweidemassen ist eine der Aufgaben des biologischen Studiums, und sie verlangt so viel Arbeit, daß zeitweilig die Beachtung des Äußeren von der Kompliziertheit des inneren Baus fast verdrängt worden ist.

Bei den Medusen kommt es uns kaum in den Sinn, von außen und innen zu sprechen und erst recht nicht von Eingeweiden. Das Wort meint ja etwas Verborgenes.

Die Entwicklungsgeschichte bezeugt uns, daß in frühen Stadien die Eingeweide anders gelagert sind als im erwachsenen Zustand. Die inneren Organe entstehen nach den Gesetzen der zweiseitigen Symmetrie, welche die äußere Gestalt bestimmen, und erst später wird durch Biegung und Windung, durch Faltungen, Knospen- und Sproßbildung diese ursprüngliche Ordnung preisgegeben zugunsten mächtiger Vergrößerungen der wichtigen inneren Oberflächen, welche der Verdauung, der Atmung, dem Stoffaustausch, der Ausscheidung dienen müssen.

Neben diesem Unterschied in der Lagerung der Eingeweide ist ein anderer Kontrast von Medusen und höheren Tiergestalten weniger beachtet worden. Und doch ist er nicht minder wesentlich: die Körperhülle des höheren Tieres ist undurchsichtig. Mehr noch: diese opak gewordene Oberfläche ist sehr oft der Schauplatz einer besonderen Färbung, die den Gesetzen der äußeren Symmetrie folgt. Das ist uns so selbstverständlich, daß wir über diesen Gegensatz der Transparenten und der Undurchsichtigen sehr leicht hinwegsehen[1].

Man mag einwenden, es handle sich hier eben um den Unterschied der einfachen und der komplizierten Organisationsstufe des Tierischen! Wir müssen darum genauer zusehen – die durchsichtigen Salpen helfen uns dabei, die ja zu den Manteltieren gehören und den Wirbeltieren nahestehen. Aber auch einige Schneckengruppen der Hoch-

see sind in diesem Zusammenhang wichtig: die Kielfüßer (Heteropoda) und manche Flügelschnecken, alle von hoher Organisation. Sie sind von vollendeter Transparenz, und manche werden bis 25 cm lang. Alle gehören einer Formstufe an, die beträchtliche innere Oberflächen für ihren Stoffwechsel, ihre Erhaltung benötigt und deshalb auch unsymmetrische Organe aufbaut – bei Schnecken ist diese Unsymmetrie durch die Drehung des Eingeweidesacks, die »Torsion« noch verstärkt!

Wo liegen diese asymmetrischen Organe bei diesen Transparenten? Sie sind eng zusammengepackt in einen Knäuel, den die ältere Zoologie in seiner Eigenart wohl beachtet und als »Nucleus vegetativus«, als Eingeweideknäuel, beschrieben hat. Der gesamte durchsichtige Körper ist von streng symmetrischem Bau – was nicht dieser Bauregel folgt, ist in eine opake Hülle verpackt, die entweder silbern schimmernde Zellen enthält und auffällig glänzt (bei den Kielflossenschnecken zum Beispiel) oder auffällig goldbraun oder leuchtend blau gefärbt ist (bei Salpen), manchmal aber auch tiefschwarz erscheint. In allen Fällen wird das Unsymmetrische verborgen in einer Hülle, das Sichtbare folgt strenger Symmetrie.

Wer weitere Beispiele sucht, findet sie bei einzelnen durchsichtigen Fischen, bei denen die Eingeweide in Kopfnähe konzentriert und völlig in einer glänzenden Hülle verborgen sind, oder bei manchen Tintenfischen von stark gallerthaltigem Körperbau, bei denen ebenfalls ein Eingeweideknäuel gebildet wird.

Wo dies bei einem Transparenten nicht der Fall ist – etwa bei der seltsamen Hochseeschnecke Phyllirrhoe –, da ist der ganze Komplex der inneren Organe streng in die Hauptebene des Körpers eingeordnet und fügt sich restlos der führenden Symmetrie des Ganzen.

Es ist manches über die Durchsichtigkeit der Hochseetiere geschrieben worden – im wesentlichen sieht man in ihr eine Folge des hohen Wassergehaltes gallertiger Gewebe, welche das Schweben auf freier See erleichtern

– also eine Leistung, welche bei vielen Fischen die Gasfüllung der Schwimmblase übernimmt. Uns interessiert jetzt ein Umstand, der in diesen Erörterungen kaum berührt wird: die einfache Tatsache, daß die versteckten Organe asymmetrisch angeordnet sind, die transparenten aber volle zweiseitige Symmetrie zeigen. Diese strenge zweiseitige Symmetrie des Gallertkörpers dieser Hochseetiere hat sicher auch etwas mit der Stabilisierung der Schwimm- oder Schwebehaltung zu tun, und im gleichen Sinn muß auch die Konzentration vieler unsymmetrischer Organe auf einen »Punkt«, in einem Eingeweideknäuel aufgefaßt werden. Das technische Denken erklärt uns manche Formeigenheiten. Daß diese zusammengeballten Eingeweide aber auch noch farbig isoliert werden, das bleibt in der möglichen funktionellen Bedeutung auch dann noch zu klären.

Den Morphologen führen diese Erscheinungen zu einer allgemeinen Feststellung: Wo auf höheren Organisationsstufen die Organe des Stoffwechsels die symmetrische Ursprungslage zugunsten von Oberflächenvergrößerung preisgeben und unsymmetrisch verteilte Glieder einer Eingeweidemasse bauen, wird diese »Betriebsstruktur« von einer opaken Hülle verdeckt. Es entsteht mit steigender Organisationshöhe eine immer ausgeprägtere undurchsichtige Oberfläche, die zugleich das Feld von neuen Strukturen der Färbung und Musterung, aber auch vieler anderer Hautstrukturen wird.

Wir begegnen den Ansätzen zu solchen Hautmustern bereits bei einzelnen Medusen, auffälliger noch bei den See-Anemonen, auch bei Würmern in großer Entfaltung – ihre volle Ausformung erfährt diese Sonderung der Oberfläche vom Innern aber erst auf den hohen Gestaltstufen der Stachelhäuter, der Gliederfüßer, Weichtiere und Wirbeltiere.

Der Trennung von außen und innen auf höherer Stufe entspricht ein Unterschied der Bauweise in den beiden

Bezirken: Im »Äußeren« herrscht Symmetrie, und es werden viele Strukturen aufgebaut, die u. a. in besonderer Weise auf Wahrnehmung hin, also auf ihre mögliche Einwirkung auf Sinnesorgane hin gebildet sind, wobei wir eine große Freiheit des Formens feststellen – im Inneren dagegen herrscht die Forderung nach Vergrößerung der aktiven Oberflächen, die dem Stoffwechsel dienen; der verfügbare Raum wird vielfach auf das äußerste ausgenützt, und die Organe zeigen keine Struktur, die irgendwie der Wirkung auf Sinnesorgane zugeordnet werden kann, auch dort nicht, wo Farbstoffe auftreten. Im Äußeren ist sehr oft eine Gestaltung verwirklicht, die sich unserem Blick sofort einprägt. Solche Prägnanz, welche die Gestaltpsychologie als eine Eigenschaft ihrer »guten Gestalten« aufzählt, fehlt im Innern. Prüfen wir die Leber von zehn Antilopen- oder Entenarten – und vergleichen wir mit diesen monotonen Reihen die eindrückliche Verschiedenheit des Erscheinungsbildes dieser selben Tiere – so ist der Gegensatz außen – innen drastisch vor uns.

Der Bau des Äußeren folgt auf hoher Stufe anderen Regeln als der des Inneren – während dieser Gegensatz auf einfacher Formstufe gar nicht besteht. Die divergierende Organisation von außen und innen ist eines der Kennzeichen höherer Gestaltung der Tiere[2]. Wir müssen indessen diese Formulierung noch einmal überprüfen. Was ist »außen«?

Die Federn, die das Vogelgefieder aufbauen, gehören gewiß der Haut, dem Äußeren, an. Prüfe ich aber die einzelne Feder, so wird sogleich klar, daß im kleinen dieses Gebilde selber wieder die vorhin erwähnte Bauregel demonstriert: Es gibt an jeder gewöhnlichen Feder sichtbare und verdeckte Teile, und der Ausbau ist verschieden. Der basale Teil ist oft in beträchtlichem Umfange als Dunenstruktur der Wärmeregulation zugeordnet und ihren Forderungen entsprechend gebaut. Der übrige Teil zeigt einen weiteren Kontrast: Die Unterfläche sowie die von

den Nachbarfedern verdeckten Teile der Oberseite sind – auch wo sie Muster tragen – unauffällig gestaltet; der sichtbare Anteil aber ist in vielen Fällen auf »Sicht« hin strukturiert, er trägt die besonderen farberzeugenden Strukturen, welche erstaunliche Komplikation erreichen können.

Wir fragen vorerst nicht weiter, ob diese »Struktur auf Sicht« für eine bestimmte Rolle, etwa für eine Erhaltungsfunktion gebaut sei. Wichtig ist nur, daß sie Eigenschaften zeigt, denen im Akt des Sehens ein Sinn zukommt.

Außen – innen – im Sinne von »vor« und »in« der Haut gegen »unter« der Haut – das ist nur eine Möglichkeit eines noch umfassenderen Gegensatzes: im »außen« von vorhin ist wiederum das, was einem Auge erscheinen kann, anders geformt, als was verborgen bleibt. Unsere ursprüngliche Formel muß daher umgebaut werden: Was einem Auge erscheinen kann, ist anders gebaut als was von solchem Erscheinen ausgeschlossen ist.

Diese Formulierung stellt aber wieder die Frage nach dem »Erscheinen«. Mit Erscheinungen, mit Phänomenen hat es alle Naturforschung seit je zu tun – ob es sich nun um die Untersuchung einer Gestalt oder die eines Geschehens handle. Die Frage nach dem Wesen dieser Erscheinungen, nach der Beziehung unserer Sinnes- und Nervenorgane zur Welt um uns, geht durch die ganze Geschichte der Philosophie. Was in unserem Fall vorliegt, muß also in seiner Besonderheit noch schärfer bezeichnet werden.

Dem Naturforscher ist die Haut mit allen ihren Strukturen zunächst nicht mehr und nicht weniger als etwa der Darm, die Niere, das Gehirn – ein Organ. Was irgendwie in den Bereich der Beobachtung gezogen werden kann, ist dem Forscher Erscheinung. Auch das der naiven Sinnlichkeit Entzogene wird durch Instrumente aller Art erschlossen, es wird vom Mikroskop, vom Elektronenmikroskop sichtbar gemacht, es wird durch Transformation hörbar, es wird auf Zeigersysteme optisch übertragen.

Selbst die Äußerungen der Innerlichkeit, die Verhal-

tensweisen sucht der Biologe ja mit größter Umsicht in den Bereich der Beobachtung einzubeziehen; auch ein verborgener Sachverhalt wie die Stimmung hat »Äußerungen«, die ihn zu einem der Erfahrung erschlossenen Phänomen machen. Der Gegensatz der Strukturregeln, auf den uns der Vergleich eines Hautmusters mit dem Paket der Darmschlingen oder der Masse einer Leber führt, muß also ein Unterschied der Wertigkeit sein, der aus dem allgemeinen Faktum der Erscheinungen eine Gruppe von besonderer Geltung heraushebt.

Es handelt sich um Strukturen, die in ihren formalen Einzelheiten in besonderer Beziehung zu den Möglichkeiten der sinnlichen Wahrnehmung stehen, deren Bau und Wirkung mit dem Sinnesorgan eines lebenden Wesens »etwas zu tun« haben. Das ganze Geheimnis der Weltbeziehung der Organismen liegt in dieser Aussage.

Eine Leber hat in ihrem gesamten Bau nichts mit unseren Sinnen zu tun – auch wenn die Auguren einst noch so viel aus ihrer Oberfläche herauszulesen versucht haben. Eine Duftdrüse aber hat etwas mit Geruchsorganen zu schaffen. Eine Niere hat keinerlei Formwert, der etwa zu einem Auge in Beziehung gesetzt werden könnte, wohl aber kommt dieser Formwert dem farbenreichen Augenfleck auf einem Falterflügel zu. Die Luftröhre hat nicht die geringste Beziehung zum anschauenden oder anhörenden Sinn, aber die Laute, die der Kehlkopf oder das tief in der Bronchialgabel gelegene Stimmorgan der Vögel erzeugt, sind einem Hörorgan – mehr noch, einem hörenden Wesen zugeordnet, sie sind von anderer Wertigkeit als beliebige Geräusche, welche dieses Hörende auch wahrnimmt. Die Lage dieses Stimmorgans tief innen mahnt uns übrigens daran, wie schwer die Sonderung außen – innen im einzelnen durchführbar ist. Doch das ist ein Problem für sich.

Innere Organe können in der Lebenspraxis auf Umwegen »Formwerte« für uns erlangen. So bringt uns die Küche die Nierenform so oft vor Augen, daß wir sie zur

Bezeichnung verwenden: die Blätter vieler Pflanzen nennt der Botaniker nun »nierenförmig« – so wie der Zoologe die Niere vielleicht als »bohnenförmig« zu beschreiben sucht. Aber das sind sekundäre Formwerte von Organen, die nach den Strukturregeln des Tierkörpers zum Verborgenen gehören. Die sinnfällige Wirkung innerer Organe kann auf andere Weise bedeutungsvoll werden. Die Erzeugnisse können zu »Äußerungen« werden, denen wichtige Rollen durch ihre Wirkung auf Sinnesorgane zukommen. Der Harn ist von solcher Art – er kann ein Sozialinstrument werden, wie beim Hund. Auch der Darm übernimmt durch die Kotbildung zuweilen solche Rollen.

Aus vielen Gründen muß der Biologe den eben bezeichneten Wertunterschied im weiten Bereich der Erscheinungen machen; er muß »Phänomene« hervorheben, die in einer festen Beziehung zu einem auffassenden Sinn stehen. Wir können in einem der beliebten technischen Vergleiche, den wir nicht zu weit treiben wollen, von Erscheinungen sprechen, die als »Sendungen« an einen Empfänger gerichtet sind, die von einer Sendestruktur erzeugt, für eine Empfangsstruktur bestimmt sind: die *adressierten* Erscheinungen.

Seltsam genug, was alles in diese Sendeorganisation einbezogen wird. So können die Organe der Verdauung in der Mundhöhle die vordersten Zähne in den Bereich der Anschauung bringen. Wer erinnert sich nicht sogleich an die seltsamen Umbildungen, die sie in dieser Zone der Sicht erfahren: ornamentale Hauer und Stoßzähne (stets viel mehr als nur Waffen), reine Ornamente beim Hirscheber, Farbträger in der Schmelzschicht mancher Nager. Wer dächte nicht sogleich an die Komplikationen der Luftsäcke, welche die Luftröhre der Vögel bilden kann und die zu leuchtenden Schauapparaten ausgebaut werden? Ja, ein so lebenswichtiges Organ wie der Säugerhoden wird den Gefahren der äußeren Lage exponiert und in hohe ornamentale Umformungen des analen Pols einbezogen (Abb. 7).

Der Gegensatz von Strukturen, die als »Sendungen« für Empfangsapparate, d. h. für Sinnes- und Nervenorganisation eines Tieres erkennbar sind, gegenüber anderen, denen jede derartige Beziehung abgeht – dieser Kontrast ist für unsere Auffassung vom Lebendigen so wichtig, daß wir ihn durch besondere Bezeichnungen hervorheben sollten. Wir nennen darum alle Phänomene, denen solche Beziehung zu einem aufnehmenden Sinn zukommt,

Abb. 7. Die Organe der Kundgabe sind in ihrer Mehrzahl Bildungen der Oberfläche. Aber die Beteiligung von Strukturen des Inneren an Gebilden, die optisch nach außen wirken, ist nicht unbeträchtlich. Beim männlichen Fregattvogel (Fregata aquila) wirken am Erscheinungsbilde wie bei manchen Vogelarten Luftsäcke mit, die dem System der Atemwege angehören und deren Blähung oder Entleerung so spontan vom Wechsel der Stimmung zeugt.

»eigentliche Erscheinungen« und sondern sie von der überwiegenden Majorität aller Phänomene, denen die Sinnesbeziehung abgeht, als den »uneigentlichen Erscheinungen«. Der Indifferenz dieser Trennung gegenüber, zu der Physiker und Chemiker berechtigt sind, muß der Biologe eine sorgfältige Beachtung zweier Bereiche entgegensetzen.

Der Gegensatz, der Goethe und Newton in der Farbenlehre getrennt hat, ist wesentlich darin begründet, daß für Newton das Licht und die Farben Phänomene der hier als uneigentlich bezeichneten Kategorie waren, während Licht

und Farben für Goethe auf Grund seiner ganzen Weltsicht adressierte Sendungen, also in unserem Sinn eigentliche Erscheinungen gewesen sind und sein mußten. Wir werden darauf zurückkommen.

Auf manchen Ausschnitten der biologischen Arbeit hat die Beachtung der eigentlichen Erscheinung bereits eingesetzt. Die Erforschung des Verhaltens befaßt sich sowohl in ihrer physiologisch wie in der psychologisch (oder ethologisch) gerichteten Variante sehr intensiv mit der Zuordnung von Sinnesfunktionen und besonderen »sinnfälligen« Organen. Die genetische Evolutionsforschung ist auf der Suche nach dem Erhaltungswert der mutativen Veränderungen, d. h. der Selektionswirkung, ebenfalls mit solchen eigentlichen Erscheinungen beschäftigt. Das alles hat auch mitgeholfen, daß zum Beispiel im französischen Sprachgebrauch in jüngster Zeit besonders die auffälligeren Hautstrukturen als »Phaneren«, als Merkmale der äußeren Erscheinung abgesondert werden.

Dem Bereich der eigentlichen Erscheinungen gehören auch die ungezählten Strukturen an, denen ein »rein taxonomischer« oder ein »rein systematischer Wert« zuerkannt wird und auf denen die Beschreibung der Arten so wesentlich beruht. Diese abwertende Einschätzung dieser Kennzeichen enthält immerhin das Geständnis, daß derartige Merkmale häufig »kennzeichnend«, prägnant sind – man hat zuweilen freilich den Eindruck, die Biologen sähen als einzige »Funktion« in diesem taxonomischen oder systematischen Wert die Möglichkeit für den Forscher, eine »Art« zu erkennen und zu benennen. Die Aufwertung dieses »taxonomischen« Aspektes ist eine wichtige Folge der jüngsten Wendungen des biologischen Schaffens: Die Genetik erkennt den Wert solcher Merkmale als möglicher Träger von Selektionswert und damit als Faktoren der Evolution; die Verhaltensforschung erfaßt den sozialen Wert vieler bisher verkannter äußerer Organe – die Morphologie schließlich erkennt ihnen, wie ich noch zu zeigen hoffe, weitere Bedeutung zu.

Die Sonderung der eigentlichen von der uneigentlichen Erscheinung trennt zwei Sphären, deren Erforschung sehr verschiedene Wege einschlägt. Die Bedeutung dieser Trennung darf wohl mit der jener anderen Unterscheidung verglichen werden, welche bewußte und unbewußte Innerlichkeit sondert.

Dieser Vergleich mahnt uns auch an entsprechende Schwierigkeiten. Es hat lange gebraucht, bis die Sonderung bewußt – unbewußt anerkannt worden ist. Die Trennung im Bereich der Innerlichkeit ist oft schwer durchführbar; sie ist auch nie eine absolute, und die Schwierigkeiten der Aussage wachsen mit der Entfernung von unserer eigenen Organisation. Wir müssen nicht besonders an die Diskussion um die Möglichkeit einer Tierpsychologie erinnern. Die Wendung zu einer neuen Verhaltensforschung – einer der wichtigen Akte der biologischen Entwicklung der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts –, diese neuen Wege zur verborgenen tierischen Psyche sind das Ergebnis sorgfältiger Prüfung des Möglichen und helfen mit, daß die Erforschung der Innerlichkeit ein klarer Teil der heutigen biologischen Arbeit ist und auch dort große Fortschritte macht, wo die Aussagen über bewußte oder unbewußte Innerlichkeit sehr schwierig, ja unmöglich werden.

Für die Sonderung der zwei Arten des Erscheinens gilt Ähnliches, sowohl was deren Bedeutung als auch die Schwierigkeiten der Durchführung angeht. Ich verkenne diese Hindernisse nicht. Doch darf uns das nicht davon abhalten, auf diesem weiten Feld mit Umsicht die sagbaren Sachverhalte zur Beachtung zu bringen und damit vorerst zu einer subtileren Beschreibung zu kommen, wo wir heute meist nur sehr grobe Unterscheidungen vorfinden.

Die Trennung, die wir hier vollziehen, führt uns zu einem zentralen Problem, vor das uns die Erforschung des Lebendigen auf manchen Wegen stellt. Es geht darum, ob es im Organismus einen Anteil an Aufbau- und Verhaltensleistungen gibt, der, ganz besonders dem eigentlichen Erscheinen zugeordnet, im Erbgeschehen des Keims bereits auf diese Aufgabe des Erscheinens hin angelegt ist – neben einem andern Anteil, der zur sinnlichen Nichtbeachtung, zum uneigentlichen Erscheinen bestimmt ist, der aber erst dem eigentlich Erscheinenden die Möglichkeit des Bestehens verschafft.

Der Versuch, diese Frage zu beantworten, ist zur Zeit der Gefahr ausgesetzt, mit einem anderen Problem, dem des Ursprungs solcher »Organe der Erscheinung«, allzu rasch vermischt zu werden. Die Selektionslehre stellt die lebenserhaltenden Organe voran; sie bestimmen den Erhaltenswert im Wirken der Selektion, und man sucht daher zuerst nach der möglichen erhaltenden Funktion einer auf Selektionswert zu prüfenden Struktur. Wie wertvoll diese Untersuchung auch sein mag, so müßte ihr doch auf jeden Fall die phänomenologische Prüfung vorangehen, eine von der Frage des Selektionswertes getrennte formale Analyse, welche die morphologische Wertigkeit, den Formwert einer Struktur festzustellen sucht. Es bahnen sich mit dieser Forschung übrigens Fragen der Wertordnung der Lebensmerkmale an, denen wir später noch nachgehen müssen.

Eben ist der Gegensatz von eigentlicher und uneigentlicher Erscheinung mit dem von bewußtem und unbewußtem Wirken der rätselhaften Innerlichkeit verglichen worden. Es scheint mir, daß die Parallelen Beachtung verdienen. Ein Teil des Geschehens dieser Innerlichkeit des Tiers ist wohl dazu bestimmt, einem relativ autonomen Wesen als Erleben bewußt zu werden und durch solches Bewußtsein die Weltzuwendung zu steigern. Ein beträchtlicher anderer Teil aber, der sich wie das bewußte Erfahren auch der nervösen Bahnen und Zentren sowie der Sinnesorgane bedient, soll dagegen so ablaufen, daß er dem erlebenden Wesen ganz und gar nicht zum Bewußtsein kommt. Auch wir Menschen stehen ja gerade dann ganz im Dasein, wenn diese zum stillen Wirken

geschaffenen Organe ihren vollen Dienst in dieser ihnen zugeordneten Verborgenheit leisten.

Es gibt zum Bewußtwerden bestimmte und vom Bewußtwerden abgeschirmte Vorgänge – eine Sonderung, die der Forscher und der zum Heilen aufgerufene Arzt im Zeichen der Wissenschaft durchbrechen. Daß dieses Vorgehen eine Natursituation aufhebt, eine Naturschranke durchbricht, das findet in klar bestimmten Zielsetzungen seine Rechtfertigung. Ob die Breite der Einbruchsfronten, welche in unserer Zeit die abgeschirmten Vorgänge unserer »Natur« möglichst vollständig zugänglich machen und beeinflussen wollen, diese Rechtfertigung auch besitzt, ist eine schwere Frage, die aber doch gestellt werden muß, wenn wir die Sonderung »bewußt« – »unbewußt« als eine Tatsache der menschlichen »Natur« betrachten. Die Antwort auf diese Frage erscheint mir um so wichtiger, als wir jetzt feststellen, daß eine ähnliche klare Sonderung von zwei Weisen des gestaltlichen Seins sich aufzeigen lasse, die zwei verschiedene Aufgaben auch in der Gestaltung andeuten.

Ich spreche von »klaren« Sonderungen. Die Klarheit gibt es; sie besteht überzeugend in den »optimalen Zonen« der zwei hier verglichenen Bereiche: So wie der bewußte und der unbewußte Anteil der Innerlichkeit ihre scharfen Trennungen haben, wo kein Zweifel für den Forschenden besteht, so ist auch eigentliche und uneigentliche Erscheinung in völliger Klarheit in ungezählten Sachverhalten des Lebens vor uns. Außerhalb der optimalen Felder aber liegen die Grenzbereiche, in denen unsere Begriffe nicht mehr richtig trennen können, für die sie übrigens auch nicht gebildet worden sind. Solche Grenzen und Übergänge fordern in allen Fällen ihre besondere Behandlung – diese aber setzt Klärung der evidenten zentralen Bereiche voraus. An dieser ersten Klärung will unsere Umschau über Grundfragen mithelfen.

Noch einen anderen Aspekt der Sonderung von eigentlicher und uneigentlicher Erscheinung wollen wir beachten. Unsere biologische Schulung – die der Allgemeinheit dienende – sucht mit der vorrückenden Front der Wissenschaft in Fühlung zu bleiben. Sie muß das tun, es ist für sie Schicksal und Aufgabe. Die Schulung macht daher den Vormarsch auf allen jenen Arbeitsfronten nach Möglichkeit mit, die aus vielerlei, oft sehr triftigen Gründen jetzt gerade in besonderer Hochwertung stehen. Diese Fronten führen fast zwangsläufig in die Zonen, in denen die uneigentlichen Erscheinungen dominieren, da wir ja in erster Linie diese Vorgänge kennen, sie durch unsere Eingriffe in ihrer molekularen Grundlage beeinflussen und letztlich beherrschen wollen.

Angesichts dieser Dominanz der uneigentlichen Erscheinungen ist es aber auch notwendig, gerade den für die Schulung Verantwortlichen auf allen Stufen des Unterrichts deutlich vor Augen zu halten, daß es biologische Fronten gibt, deren Forschungen im wesentlichen auf die Ergründung der »eigentlichen Erscheinung« gerichtet sind und die auch mit diesem Ziel wichtige Zugänge zum Verstehen des Lebendigen ergründen. Diese Forschungsweisen, zu denen einzelne Zweige der Verhaltensforschung sowohl wie gewisse Richtungen der Morphologie gehören, können in der Eigenart ihrer Zielsetzung am ehesten erfaßt werden, wenn wir deutlich erkennen, daß sie zentral der »eigentlichen Erscheinung«, dem Verstehen dessen, was zum Erscheinen bestimmt ist, zugeordnet sind.

Wir müssen noch einmal auf Goethe zurückkommen. Wenn er seinerzeit sich so sehr der Zergliederung, dem Zertrümmern der Erscheinungen widersetzte, so vermögen wir in unserer Sicht diese klare Entscheidung wohl eher zu verstehen, als es oft in den Auseinandersetzungen geschieht, die das Thema »Goethe und die Naturwissenschaft« hervorgerufen hat[3]. Es gilt eben nicht, Goethe »der Naturwissenschaft« entgegenzusetzen; wir müssen vielmehr hervorheben, daß das Objekt der Naturforschung

mit steigender Komplexität eine zunehmende Zahl von Aspekten zeigt, von denen jeder an den Naturforscher bestimmte Forderungen stellt – die Ergründung der stofflichen Lebensstruktur eine andere als die der Innerlichkeit! Ebenso fundamental ist der Gegensatz, den wir eben vorhin erörtert haben, der Kontrast von eigentlicher und uneigentlicher Erscheinung.

Es wäre zu einfach, nur zu sagen, Goethe hätte sich ganz der »eigentlichen« Erscheinung zugewandt. Doch wird man feststellen müssen, daß alles zum Erscheinen Bestimmte an den Lebensformen zeitlebens ein besonderes Zentrum seiner Weltzuwendung geblieben ist. Nie hat er die uneigentlichen Phänomene gering geachtet, doch mußten sie, um Würde zu erlangen, Schlüssel zum Verständnis der »eigentlichen Erscheinung« liefern. So wurde ihm doch das Skelett der Wirbeltiere ein geheimnisvolles Bild des lebenden Ganzen – was es ja für alle Zeit für jeden bleibt, der zur organischen Form eine Beziehung hat. Gewiß gehört gerade dieses Skelett zum Verborgenen; nichts in seiner besonderen Struktur hat unmittelbaren Schauwert und ist eigentlich zum Erscheinen bestimmt. Aber diese Stützorgane sind so wesentliche Glieder des motorischen Apparates der Weltzuwendung, der Bewegungsstrukturen und dadurch mitbestimmend für die Erscheinung, daß diese Knochen dem Forschenden zu den lebendigsten Zeugen für eine Tiergestalt werden.

Das Skelett ist am Aufbau vieler Strukturen beteiligt, die über funktionelle Notwendigkeit hinaus zum Beispiel das Erscheinende in der Prägnanz seiner Proportionen bestimmen. Je mehr die Skeletteile so auch der Peripherie dienen, desto intensiver formen sie am Erscheinungsbilde mit – desto größer wird ihr repräsentativer Wert. Nur so ist es ja dem Biologen möglich, an Hand des Schädelrestes einer ausgestorbenen Form sehr viele wichtige Aussagen über die uns ewig verschlossene Erscheinung der erloschenen Tiergeschlechter zu wagen. So mußte der Schädel als stellvertretende Gestalt dem Erforscher der »Urphänomene« schließlich zu einer richtigen eigentlichen Erscheinung werden. Mit dieser Feststellung ist nur ein Weg zu Goethes morphologischer Arbeit gezeigt, die noch andere Aspekte hat.

Goethe blieb ein besonders getreuer Ergründer des zum Erscheinen Bestimmten. Es ist bezeichnend, wie sehr sein Suchen nach dem Typus dem Bildhaften verpflichtet blieb, wie sehr er Ideen sah und zeichnen mußte. Im Sinnen über die Pflanze mußte für ihn aus diesem Verhältnis zum Lebendigen die ans Erdreich gebundene Wurzel zunächst zurückstehen vor dem viel wesentlicheren Sproß, der sich ins Sichtbare, ins Lichtreich erhebt. Die Wurzel ist im Grunde eine uneigentliche Erscheinung; sie kommt keinem aufnehmenden Auge in ihren Formen entgegen, wie das eine Blüte, eine Frucht so eindrücklich tun können. Die Aufmerksamkeit Goethes konnte sich keiner Bildung zuwenden, in der so wichtige Merkmale eigentlichen Erscheinens wie Polarität und Steigerung kaum erkennbar sind – er hat es deutlich genug gesagt. Eine solche Begrenzung der Zuwendung zum Lebendigen steht in keinem Widerspruch zu den Gesamtaufgaben der Naturforschung; sie richtet sich klar auf eine besondere Seite des Lebendigen, deren Eigenwert es zu erkennen gilt. Der Gegensatz zu anderen Richtungen des wissenschaftlichen Interesses ist ein echter Gegensatz in einem großen Spannungsfelde, er bleibt fruchtbar, solange die Notwendigkeit der Ergänzung durch andere Forschungsrichtungen anerkannt wird.

Wir sprachen vom biologischen Unterrichten. Was wir von der natürlichen Bestimmung bewußten und unbewußten Lebens sagten, gilt auch in unserer Einstellung zu eigentlicher und uneigentlicher Erscheinung: Wir müssen diese Sonderung als eine bedeutende Tatsache der organischen Gestaltung erkennen und in unserer Vermittlung von Naturerleben und Naturerfahrung diese Dualität im Erscheinungsbereich stets anerkennen und hervorheben.

Der Tendenz, den Vormarsch in die molekulare Region

der stofflichen Erforschung auch im vorgerückten Unterricht zur Dominanten zu machen, muß das Wissen um andere Dominanten in ruhiger Sicherheit ihre Grenzen setzen. An dieser Grenzsetzung mitzuwirken, zu einem sinnvollen Einsatz der verschiedenen Aspekte zu kommen, dazu möchten die nun folgenden Darlegungen mithelfen.

2. DEUTUNG DER TIERISCHEN HAUTMUSTER

Zu Beginn dieses Jahrhunderts erschien in Amsterdam eine zoologische Arbeit, die dem Fragenkomplex galt, den wir eben als die »eigentlichen Erscheinungen« abzugrenzen versucht haben. Der Internationale Zoologenkongreß von 1901 hat dieser Arbeit des holländischen Entomologen J. Th. Oudemans den Preis des Zaren Nikolaus II. zuerkannt[1]. Von dieser Ehrung abgesehen, ist die Studie in der Folge freilich nur selten beachtet worden. Sie gilt einer Reihe von seltsamen Eigenheiten in Form und Färbung von Schmetterlingen, die eine erstaunliche Beziehung zu den Ruhestellungen dieser Falter zeigen.

Wir wollen zwei Einzelfälle ansehen, die Oudemans' Anliegen vor Augen führen. Wählen wir zunächst den kleinen Perlmutterfalter (Argynnis lathonia). Die Oberseite ist bei allen Arten der Gattung Argynnis rotbraun und schwarz gemustert – die Flügelunterseite weist besonders auf dem Hinterflügel die silbern wie alte Spiegel schimmernden Flecken auf, nach denen diese Falter benannt sind. Die Struktur dieser Perlmutterflecke ist eine Sache für sich. Uns beschäftigt jetzt ihr Platz im Gesamtmuster. Studieren wir die Unterseite der Flügel, so wie sie uns in einer Sammlung gut ausgebreitet gezeigt werden, so fällt uns auf, daß diese untere Seite in der äußersten Ecke des vorderen Flügels ein Musterstück enthält, das dem des hinteren Flügels völlig entspricht: kleine Augenflecke, graubraune Binde und Perlmutter. Dagegen trägt das Mittelfeld dieses Vorderflügels eine Tracht, die

lösend ist und also zu den »Schutzfarben« gehört[2]. Uns interessiert der Umstand, daß die beiden Flügel je einen Musteranteil aufweisen, deren Gesamtwirkung als Komposition erst durch eine besondere Faltung in der Ruhestellung zustande kommt. Es braucht also dazu einer speziellen erblich fixierten Verhaltensweise, welche erst die Eigenart des aus zwei getrennten Komponenten aufgebauten Musters zur Geltung bringt. Diese erblich gegebene Bewegungsweise ist beim Perlmutterfalter ein Senken des Vorderflügels unter den hinteren Partner. Wir beachten schon jetzt, daß die tierische Zeichnung in unserem Fall erst durch ein ihr zugeordnetes Verhalten ein sinnvoller Sachverhalt, ein als Einheit wirkendes Muster wird.

Vergleichen wir mit Argynnis die Ruhestellung des C-Falters (Polygonia C-album), der mit dem Tagpfauenauge verwandt ist. Wieder ist die Oberseite lebhaft gefärbt; die Unterseite aber ist diesmal ganz besonders »kryptisch«; sie wirkt wie Rinde. Sie enthält auf dunklem Grund das blendend helle C, das dem Tier den Namen gibt. Diesmal ist aber der Oberflügel auf seiner unteren Seite im Gesamten rindenfarbig; das Muster der Unterseite ist auf beiden Flügeln gleichwertig. Und wieder stellen wir fest, daß dieser Mustersituation die Verhaltensform entspricht: Statt den Vorderflügel beim Aufklappen in der Ruhestellung nach unten zu schieben, wie es Argynnis tut, rückt ihn der C-Falter kräftig nach vorn, kopfwärts – statt einen Teil zu verbergen, wird das gesamte Muster der Flügelunterseite exponiert und optisch »wirksam«, indem es den Schmetterling in der Umgebung verschwinden läßt (Abb. 9).

In beiden Fällen sind Muster und Verhalten zu einer Einheit der Leistung kombiniert.

Prüfen wir noch die Entwicklungsgeschichte. Die zwei Flügelpaare entstehen in der Raupe aus vier winzigen getrennten Zellgruppen, die auf der Stufe embryonaler Anlage verharren und erst in der spätesten Raupen- und Puppenzeit die Flügelform ausbilden. Jeder der vier

Zusammenarbeit zweier Muster eine Einheit der Färbung gibt.

Ich habe hier ein Tarnungsmuster als Beispiel gewählt. Doch ließen sich viele auffällige Zeichnungen anführen, bei denen das Zusammenarbeiten der vier Flügel ebenfalls zu Figuren führt, deren formale Einheit sich erst bei ganz bestimmten Flügelstellungen zeigt.

Diese ordnenden Faktoren sind nicht geringfügiger zu taxieren als die, welche Muskeln, Skelett und Nerven einander zuordnen, nicht dürftiger als alle die vielen Einrichtungen, welche – als »Koaptation« bezeichnet – eines der Probleme der Evolutionslehren bilden. Die Kerben im Panzer von Insekten, in die zusammengeklappte Beine passen, sind ein anderes Beispiel dieser Art.

Es geht im Augenblick nicht darum, ob der anlagemäßige Aufwand für ein Auge oder ein Herz größer sei als der für ein Flügelmuster – es gilt zu erkennen, daß die Anlagen für beiderlei, für die sogenannten lebenswichtigen wie für die einst als unwesentlich taxierten Bildungen derselben Ordnung, derselben Kategorie kombinierter Einheitsleistungen von Erbfaktoren angehören.

1901 sind die Erscheinungen, die wir eben an Beispielen von Schmetterlingen untersuchten, zum erstenmal durch Oudemans aus dem Stadium der Belanglosigkeit herausgehoben und zum Gegenstand der Besinnung gemacht worden. Ein wesentlicher Schritt, auch wenn diese Besinnung zunächst seltsame Wege geht.

Wir wollen den Weg Oudemans' zu gehen versuchen: das Bild der gefalteten Flügelunterseiten mag wieder als Anlaß dienen. Der niederländische Forscher sieht klar, daß hier eine formale Beziehung vorliegt, die durch die Bildung eines einheitlichen Musters, eines Gefüges von zwei relativ unabhängigen Teilen einen Sinn hat. Welchen Sinn? »Es existiert« – so sagt er – »eine intime Beziehung zwischen der Lichtwirkung und der Tracht der in der Ruhestellung sichtbaren Teile« . . . »Diese (und nur diese) Teile machen die exponierte Fläche des Tiers aus.

Exponiert gegen was? In erster Linie dem Lichteinfluß ausgesetzt.«

Oudemans beurteilt diese zusammengeschobenen Flügel des Perlmutterfalters wie eine photographische Platte, deren »exponierte Teile« sich bei richtiger Behandlung färben lassen. Die »Belichtung« und das anschließende »Entwickeln« eines Bildes im exponierten Teil ist das physikalische Modell. Das Endergebnis in der Ruhestellung sieht so aus, als wären die zwei Flügel in einer bestimmten Stellung dem Licht ausgesetzt, als färbten sich die in dieser Stellung »exponierten« Flächen anders als die verdeckten, unbelichteten.

Da wir wissen, daß in der entscheidenden Phase der Flügelbildung und Färbung die Situation der sich später überdeckenden Teile völlig anders ist, so fällt diese Deutung Oudemans' natürlich als unmöglich dahin. Das Unsinnige dieser Interpretation ist früh erkannt worden und hat sicher dazu beigetragen, daß die Studie des Holländers in Vergessenheit geriet. Leider hat man aber mit der falschen Deutung das Phänomen selber auch verschwinden lassen.

Es gilt, in einem als sinnlos erkannten Erklärungsversuch den Kern herauszuschälen, der »Sinn« hat. Steckt doch in dieser irrigen Idee ein verborgener Ansatz zu einem Verstehen.

Nicht dem Licht allein sind ja diese Flügel ausgesetzt, sondern auch dem anschauenden Auge, dem nur im Lichte möglichen Akt des Sehens, zu dem aber nur die Innerlichkeit eines Lebewesens fähig ist. Nicht dem Licht allein wird da etwas »exponiert«, sondern einem Blick! Die Methoden der Physiker als Vorbild des naturwissenschaftlichen Forschens haben dann und wann die Biologen verführt, die Eigenheiten ihrer Objekte zu mißachten und physikalische Vorstellungen in Gebieten anzuwenden, in denen die Besonderheit lebender Systeme sich nicht auf solches anorganische Geschehen reduzieren läßt. So kam der holländische Entomologe zur mechanistischen Deu-

unverstandenen Erscheinung zu einer lebenswichtigen Rolle erlaubt und so etwas an ihr verständlich macht. Ob ich ein Signal zum Erkennen der Art oder eine Wirkweise im Fortpflanzungsspiel sehe, eine Warnfarbe oder eine Tarnung – entscheidend ist, daß das Fortbestehen des Musters, eventuell auch seine Umformung als das Resultat des Zusammenspiels von Mutation, Selektion und Isolation verstanden werden kann. Daß ich dieses Verstehen als ungenügend erachte, ist eine andere Sache.

Gar nicht verstanden ist aber auch in dieser Deutung durch die Selektionslehre der Ursprung einer tierischen Zeichnung. Denn als Tarnung oder Signal kann ja ein Muster erst wirken, wenn es bereits da ist. Es gilt also, die Herkunft dieser auffälligen Eigenschaft lebendiger Gestalten zu erklären. Diesen Versuchen müssen wir ein Stück weit nachgehen.

Der Typus aller dieser Erklärungsversuche ist sehr einheitlich. Sie sind dominiert von der Leitidee, daß die Selektion die lebenserhaltenden Vorgänge beeinflußt, daß also das erste Auftreten eines Musters mit irgendeinem für die Erhaltung des Individuums oder der Art wesentlichen Vorgang in Verbindung stehen mußte. Das Muster kann nur als Nebenwirkung eines in der Ontogenese notwendigen Prozesses, als bleibendes Erzeugnis einer vorübergehenden Entwicklungsphase entstanden sein. Ist es im fertigen Zustand auffällig oder kryptisch, so ist dies eine sekundäre Folge davon, daß es durch die Wirkung der Selektion in dieser bestimmten Ausbildungsweise begünstigt worden ist. Aber das Muster selber in seiner gestaltlichen Sonderart ist eine Zutat. Diese Zutat gilt es zu erklären, und da der erwachsene Zustand keine Erklärung liefert, so greift der Forscher auf die Ontogenese zurück. Das entspricht auch dem Wissen, daß das Muster in einer frühen Epoche der Entwicklungsgeschichte festgelegt wird. Aus den Bedingungen, welche gerade in dieser frühen Epoche am Werke sind, muß daher die besondere Disposition eines Musters sich verstehen lassen.

Diese Erklärungsweise ist voll von Unsicherheiten und Widersprüchen. Das Beispiel der frühen Färbungsstadien von Fischen mag zeigen, in welch seltsame Situation sie führt.

Die Jugendform einer Forelle zeigt noch im Stadium des Dottersackes eine Schwärzung durch Pigment, sehr früh auch gelbe und rote Farben, alle in besonderen Pigmentzellen, den Chromatophoren. Man hat besonders die Genese dieses Gelb- und Rotpigmentes verfolgt und zunächst einmal festgestellt, daß im Ei der lachsartigen Fische Karotinoide eingelagert werden, welche Gelbfärbung bewirken. Man hat ferner festgestellt, daß, um diese Einlagerung zu vollziehen, den Muskeln der weiblichen Forelle Stoffe entzogen werden, die unter Umwandlungen als Karotinoide in die wachsenden Eier eingelagert werden. Der Organismus wendet also allerhand chemische Prozesse an, um die Bildung von gelber Farbe im Ei zu sichern. Was macht nun das Ei eigentlich mit diesem Material? Man weiß, daß Karotine im Sehpurpur eine Rolle spielen. Dieses Wissen hat die biochemische Forschung verführt, für ähnliche Stoffe in den Eiern eine Verwendung zu finden, der eine Notwendigkeit im erhaltenden Getriebe zuerkannt werden kann. Die Biochemiker, welche diese Fragen bearbeitet haben, sind aber stets zum Schluß geführt worden, daß der Ab- und Umbau der Karotinoide des Eidotters immer und ausnahmslos zugunsten der Hautpigmentierung und zu gar nichts anderem erfolge! Der Karotinoidgehalt im Dotter des Eis nimmt im gleichen Maße ab, wie die Karotinoide in den Farbzellen der Haut zunehmen. Der Schluß war unvermeidlich: Die Farbstoffe des Eies werden umgebaut zu den typischen Hautpigmenten der Gelbzellen- und teilweise auch der Rotzellengruppe, wobei auch noch Pterine, eine ganz andere Pigmentgruppe, an der Färbung mitwirken. Das Ei enthält Substanzen, Gelbstoffe, die zu nichts anderem da sind, als das Farbkleid der Jungfische aufzubauen. Viele Biologen sind unbefriedigt darüber, daß diese Stoffe

im Ei keine vitale, »essentielle« Funktion haben sollen. Man sucht nach einer Funktion, nach einer lebenswichtigen Reaktion, und man findet sie nicht.

In unserer Sicht würde diese Diskussion einfacher verlaufen: Es scheint mir gar keine Frage, daß, genau wie andere Organe genetisch im Ei angelegt werden, auch das Material und der Werdegang des Farbsystems der werdenden Forelle, als für ein wesentliches Merkmal bestimmt, auf kompliziertem Wege bereitgestellt wird.

Es scheint mir von hohem Interesse, zu sehen, wie widerstrebend die Biochemiker konstatieren, daß diese Karotinoide im Ei zu nichts dienen, als diesen Farbzellen der Haut Pigment zu liefern. Zweimal, an verschiedenen Stellen der wichtigsten dieser Arbeiten, steht die Bemerkung, daß diese Gelbstoffe keine vitale, keine essentielle Funktion hätten[5]. Das heißt also: das Farbkleid der Forelle ist nicht vital und essentiell, es hat keinen Erhaltungswert im Sinne der jetzt verbreitetsten Auffassung vom Organismus. Dieser Erhaltungswert aber entscheidet über die Bedeutung, die man einem solchen Gebilde gibt.

Auch für die Erklärung der Färbung von Garnelen wird dieselbe Ansicht vorgebracht. Die Anpassung an die Tönung der Umgebung wird als sekundäre Möglichkeit gedeutet, sie ist unabhängig von jedem Anpassungswert entstanden. Dieses »unabhängig« heißt »abhängig von einem für die Erhaltung wichtigen Geschehen«, das »wesentlicher Bestandteil des Stoffwechsels der Garnelen« ist[6]. Die Pigmente der höheren Krebse sind nach dieser Ansicht »im Stoffwechsel der Crustazeen mit Notwendigkeit auftretende Substanzen«. Es wird auch etwa vermutet, daß die Farbzellen der Haut bei diesen Vorgängen wie Phagozyten arbeiten, daß sie gewisse Stoffwechselprodukte aufnehmen und mit Hilfe des Lichtes in die eigentlichen Pigmente umwandeln.

Noch ein anderes Beispiel sei näher geprüft: das der Insektenfärbung. Man stellt fest, daß bei Schmetterlin-

gen aus der Gruppe der Pieriden, zu denen u. a. Kohlweißling und Zitronenfalter gehören, auffällig viele Stoffe aus der Verwandtschaft der Harnsäure auftreten, Stoffe also, denen man sonst im Bereich der Exkretionsfunktion, der Nierenfunktion, begegnet. Durch einen ähnlichen Stoff, das Guanin, entsteht bei den Spinnen der weiße Anteil des Musters im Schwarz. Auch bei Fischen bewirkt Guanin den weißen Silberglanz. Wir treffen diese Stoffgruppe also bei Insekten, bei Spinnen, bei Fischen, auch bei Amphibien und Reptilien. Das hat manche Biologen zur Annahme geführt, es werde ein Teil der Exkretionsfunktion, einer vitalen Funktion, einer Aufgabe des Stoffwechsels, in die Haut verlegt, die also zur Ablagerung gewisser Exkretionsprodukte diene. Der Entwicklungsphysiologe betont, daß im Falle dieser Falter ein Teil der Exkretionsprodukte, statt durch die Malpighischen Gefäße der Insekten ausgeschieden zu werden, auf diese Weise in die Haut gelenkt werde[7]. In dieser Deutung wird das Hautmuster eine belanglose Nebenwirkung. Diese kann dann später auf irgendwelchen Umwegen Selektionswert erlangen und wird dann sekundär vielleicht einmal selber »vital«, bedeutsam als Träger einer Rolle im Drama des Lebens.

Doch kommen neben diesen Stoffen Melanine vor, die wir nicht als Ausscheidungsprodukte betrachten würden. Neben diesen Substanzen kommen Schuppen vor, die Schillerfarben erzeugen und wiederum nichts mit Ausscheidung zu tun haben, sondern einzig zur Farberzeugung bestimmt scheinen! Je mehr wir das ganze Phänomen der Hautfärbung in seinem vollen Ausmaß beachten, um so mehr drängt sich eine andere Erklärung auf: Die Farben auf den Flügeln der Schmetterlinge, die Färbung der Spinnen usw. entstehen nicht dadurch, daß die Haut Lagerstätte für Ausscheidungsprodukte ist, nein – es werden zur Farberzeugung fähige Stoffe in die Haut delegiert, statt daß sie ausgeschieden werden; sie stehen dort im Dienst der erblich geregelten Musterbildung einer Tiergruppe.

Ich muß diese Einfügung in die Haut taxieren als einen von vornherein im Bauplan des Keims auf das Ziel der Musterbildung festgelegten, artgemäß geregelten Prozeß, der im Zusammenhang mit anderen Prozessen als eine große Einheit betrachtet werden muß – völlig abseits vom Geschehen der Ausscheidung.

Es kommt uns auf den Ansatz an. Entweder sucht man nur nach einem lebenserhaltenden Prozeß und findet ihn nur im Bereich der Stoffwechselorganisation, oder – das ist unser Ansatz – man sucht nach einer umfassenderen Bedeutung der Erscheinung, die als Aufgabe der Ontogenese die besondere Gestaltung alles dessen, was »eigentliche Erscheinung« ist, von vornherein einschließt.

Wie eigenartig die Problematik der Musterdeutung die biologische Forschung in den letzten 20, 30 Jahren beeinflußt hat, mag noch ein letztes Beispiel zeigen, das weit in Handbüchern und Lehrwerken verbreitet ist, und das gerade durch diese allgemeine Wiedergabe bezeugt, wie sehr es einer herrschenden Auffassung gemäß ist. Es gibt bei Säugetieren einige Grundmuster wie Längs- oder Querstreifen oder Flecken. Zebra, Tiger oder Panther sind vertraute Beispiele; doch ist diese Art der Zeichnung auf Vogelfedern, Insektenflügeln, auf der Haut von Fischen und Reptilien gleich verbreitet zu finden.

Solche häufigen Muster müssen offenbar irgendeine gemeinsame Ursache haben. Die seit einigen Jahrzehnten geltende Ansicht vom Organismus schloß es aus, daß der Keim, die Anlage, ganz besondere Prozesse einschließe, welche direkt der Erzeugung der uns so vertrauten Tierzeichnung dienen. Diese mußte vielmehr als Nebenwirkung eines Geschehens aufgefaßt werden, dem seinerseits im Aufbau des Tiers im Werdeplan Notwendigkeit zukommt. Es galt also, in der Entwicklung solche wesentliche Vorgänge mit unwesentlichen Folgen zu finden.

1918 ist die seither weithin anerkannte Ansicht zum erstenmal konsequent dargelegt worden[8]. Das embryonale Wachstum der Haut kann in verschiedenen Entwick-

Die Versuche, welche die spezifischen Sonderarten der Zeichnung auf notwendige Phasen ontogenetischer Abläufe zurückführen wollen, haben in keinem einzigen Fall eine solche notwendige Folge für nahe verwandte Arten mit verschiedener Musterung nachweisen können. Die Lehre von den Mustern als beiläufige Folge von ontogenetischen Notwendigkeiten verdankt ihren Erfolg denn auch gar nicht den Beweisen, die sie erbracht hätte, sondern dem weitverbreiteten Bedürfnis, sich mit dieser einfachen Erklärung zufriedenzugeben.

Wir versuchen einen ganz anderen Ansatz: Wir nehmen an, es sei in der Anlage, im Keim genau soviel an genetischen Geschehnissen, an formaler Vorbereitung für die Arterscheinung, bereitgestellt wie für die Herstellung der lebenserhaltenden Betriebsapparate. Ins Technische übertragen, würde das heißen: Es wird auch für die Karosserie dieses lebendigen Wagens, nicht nur für den Motor Energie und Arbeit in Planung und Herstellung aufgewendet. Jetzt, wo wir stärker wieder erleben, daß auch ein solcher Aufwand seinen besonderen Sinn im Sozialleben hat, daß auch Luxus Notwendigkeit werden kann, beginnt man auch in der Natur der »Erscheinung« eine besondere Stellung einzuräumen. Ansätze dazu findet man heute in der Ausdrucksweise und Denkform der Architekten, überhaupt aller formschaffenden Techniker.

Wir wollen den Vergleich mit den Auffassungen des Technikers von seinem Erzeugnis nicht zu weit treiben, da ja »Luxus« in der Natur wohl kaum als Arbeitsbeschaffung sich rechtfertigen lassen wird. Es genügt, wenn der Vergleich uns näher bringt, daß das Denken unserer Planer heute seine Anstrengungen ebenso der »eigentlichen Erscheinung« wie dem rein funktionellen Sinn seiner Produkte zuwendet.

Die Analogie mit der Technik der Gegenwart liegt in der Vorstellung, die wir uns von der Organisation der Anlagen im lebenden Keim machen.

Solange unsere Auffassung vom Organismus von der Idee dominiert ist, die Erhaltungsfunktionen seien das Wesentliche, kann sie die Entstehung von Eigenschaften ohne unmittelbaren Erhaltungswert nur purem Zufall von Mutationen im Erbgut zuschreiben. Soweit Notwendigkeit, nicht Zufall angenommen wird, vermag nur eine für die Erhaltung wichtige ontogenetische Disposition der genügende Anlaß für Gebilde zu sein, denen in der vollendeten Tiergestalt kein Selektionswert zukommen kann. Wird dagegen in der Rangordnung der Lebensmerkmale dem Erscheinen ein Eigenwert zugeschrieben, so müssen wir im Keim auch ein dementsprechendes »Kapital« an Anlagen für Erscheinungsmerkmale am Werk vermuten und dürfen dieses nicht grundsätzlich geringer einsetzen als die für Erhaltungsleistungen aufgewandten Erbanlagen.

Mit der Annahme eines solchen Aufbausystems für Erscheinung fällt freilich jeder Versuch einer einfachen Lösung dahin. Wer auf Grund eingehender Analysen um die Kompliziertheit der Musterbildung weiß, der hat die trügerische Einfachheit der bisher vorgeschlagenen Erklärungen längst verworfen.

Wir sind unterwegs und suchen weiter. Auch die Genetik weiß um dieses Musterproblem. Der Entwicklungsphysiologe findet in seinen Analysen Ausbreitungsprozesse von Farbmustern; er vermag durch experimentelle Eingriffe auch im Ergebnis von Rassenkreuzungen nachzuweisen, auf was für Vorgängen etwa die Bindenmuster von Falterflügeln beruhen[9].

Diese Analyse lehrt uns sehr viel Wertvolles über das Zusammenwirken von Erbanlagen; wir erfahren Ergebnisse von allgemeiner Bedeutung. Aber das Besondere des Musters kann uns der Genetiker auch nicht erklären – und gerade er begnügt sich nicht mit dem Hinweis, das Muster sei Nebenresultat wesentlicher Vorgänge –, sondern er nimmt das unverstandene Muster in seiner Rätselhaftigkeit ernst, er läßt es als Gebilde eigenen Wertes

gelten und sucht den Anlagekomplex seiner Erbfaktoren genauer zu bestimmen.

Es ist das Bedeutungsvolle an den Beobachtungen Oudemans', die nun schon mehr als ein halbes Jahrhundert zurückliegen, daß sie uns auf Erscheinungen hinweisen, in denen uns die Bereitstellung eines komplizierten Systems von Anlagen vorgeführt wird, die ausschließlich der Ausformung »eigentlicher Erscheinungen« dienen. Der damals vorgeschlagene Erklärungsversuch ist abgetan – die seltsamen Erscheinungen aber, denen er galt, verdienen weit größeres Interesse, als sie es bisher gefunden haben: »Oudemans' Phänomen« zeugt vom Eigenwert der lebendigen Gestalten, von einem Wert, der über die bloßen Erhaltungsfunktionen hinausweist.

5. SCHLANGENZEICHNUNG

Das Wort Organismus lenkt den Blick auf Organe, auf Werkzeuge für bestimmte Leistungen. Auch die äußere Erscheinung, die eigentliche Gestalt ist darum stets der Prüfung unterworfen worden, was an ihr an Formen und Farben solchen Funktionen zugeordnet werden kann. Daß »Funktion« im Sinne der Lebenserhaltung verstanden worden ist, sei es die Bewahrung des Einzelwesens oder die der Art, haben wir bereits mehrfach hervorgehoben. Viele gute Gründe sprechen für diesen Versuch der Gestaltdeutung – er wird auch immer zahlreiche Anhänger finden. Vergleicht man aber das Ergebnis dieser Analyse von Funktionen und Organen mit der Wirklichkeit des lebendigen Wesens, so bleibt ein Rest, für den dann etwa der »Bauplan der Gruppe« verantwortlich ist, wenn er nicht einfach dem ästhetischen Urteil überlassen wird.

Mir liegt daran, den beträchtlichen Umfang dieser »Restbestände« zu zeigen, und zugleich einen Ansatz der Gestaltdeutung zu finden, in dem die Eigenart aller jener Merkmale des Lebendigen einen Wertzuwachs erlangen

Eines der eindrücklichsten Zeugnisse der Eigengesetzlichkeit des Hautmusters bieten die Korallenottern der Gattung Micrurus und ihre Verwandten. Es sind amerikanische Schlangen der subtropischen und tropischen Zone – ausgezeichnet auch durch die frühe volle Ausformung des Musters, das keinerlei besondere Jugendphase zeigt. Ihr lebhaftes Muster mit seinem Wechsel von roten, schwarzen und gelben Ringen lockt zum Vergleich.

Wer sich Einblick in die historische Entwicklung menschlicher Künste verschaffen will, der nimmt einige vorbereitende Arbeit auf sich, die ihm das Wissen um Grundformen verschafft, welches erst eine Auseinandersetzung über Epoche, Stil, Wechsel des Ausdrucks und des Lebensgefühls möglich macht. Auch wer die Eigenart der tierischen Erscheinung kennenlernen will, muß solche Stilkunde der organischen Gestalten treiben – je mehr, desto besser. Die Elemente dieser Formenlehre sind von so wechselnder Gestalt, daß der Zoologe sich wie der Kunstforscher meist nur in wenigen Gruppen so einleben kann, daß er den Reichtum der Wirklichkeit klarer zu überblikken vermag. Auch große zoologische Werke, etwa »Brehms Tierleben«, genügen nicht für diese Arbeit. – Im »Brehm« ist das Bild einer einzigen Korallenotter zu finden – es leben in Amerika 58 Arten von großer Verschiedenheit des Musters.

Schon die Ausgangssituation für unseren Vergleich weicht von der typischen Längsmusterung der Schlangen ab – bereits die einfachsten Muster von Micrurus zeigen die Tendenz zu Querreihen: schwarze Paare von Rückenflecken mit Querachse auf rotem Grund. Die weitere Umgestaltung dieses Musters führt zu schwarzen Querringen, in denen die ursprünglichen Ovale noch immer hervortreten (Abb. 13).

In neuen Evolutionsschritten werden die Bänder zu regelmäßigen Ringen. Die weitere Umformung verbreitert diese schwarzen Binden, und schließlich kommt es zur Bildung von schwarzen Korallenottern mit schmalen

für alle Biologen die Änderungen der makromolekularen Stufe von ihren Folgen im apparativen Niveau der höheren Form trennt.

Wie lange es auch noch dauern mag, bis wir die Genese dieser Mustervariation wirklich in ihrer stofflichen Anlage verstehen werden – diese Ungewißheit darf uns nicht davon abhalten, heute bereits die Gesetzmäßigkeiten des Musters, wie sie vor unseren Augen sich zeigen, sorgfältig zu bestimmen, um schon jetzt genauer zu erfahren, was eine genetische Analyse zu erklären haben wird.

Der mögliche Erhaltungswert dieser Stabmuster der Schlangen erscheint mir selber gering, doch kann sich eine solche Ansicht durch vertiefte Kenntnis der Lebensart ändern. So werden wir wohl manches über die Rolle der Schlangenzeichnung in der Findung der Geschlechter erfahren. Welcher Wert es auch sein mag, es ist stets eine Folge des Musters, nicht seine Ursache, und er erklärt keineswegs die gestaltlichen Wandlungen der Zeichnung.

Uns geht es um den besonderen Formwert dieser Färbung. Wer die Gesamtheit der Gruppe auch nur einigermaßen überblickt, wird gewahr, daß hier Formgesetze walten, die von der Bauweise des Bewegungsorgans unabhängig sind. Das wird uns drastisch durch die eigenartigen Symmetrien bezeugt, welche dieses Muster abwandeln und die über die lange Strecke der gleichförmigen Struktur des Skeletts hin ganz besondere, nur dem Farbmuster eigene Rhythmen der Reihung hervorrufen. Besonders eindrücklich erscheint mir das Auftreten der alternierenden Betonung eines Elements in einer zunächst gleichwertigen Abfolge, wodurch neue Variationsfolgen ausgelöst werden (Abb. 14).

Ich ordne diesem Eigenwert der zu eigentlichem Erscheinen bestimmten Gestaltung einen besonderen Sinn zu, den ich als Selbstdarstellung einer plasmatischen Sonderart zu den obersten Kennzeichen des Lebendigen zähle. Von dieser Ordnung der Lebensmerkmale wird noch zu sprechen sein.

Je länger man sich mit den Erscheinungsweisen abgibt, die einzig der Selbstdarstellung und keiner weiteren unmittelbaren Erhaltungsfunktion dienen, um so vielfältiger wird ihre Form, um so größer ihre Zahl bei Pflanzen und Tieren. Es wird dabei immer deutlicher, daß wir die vielbeachteten Formen, die unser technisches Denken bevorzugt, in die zweite Linie setzen müssen – daß sie lediglich die leicht verständlichen Gestalten sind, die sich in unsere Aufmerksamkeit vordrängen. Wir lernen allmählich, daß die unsagbare Fülle der Organismen zum anderen Bereich gehört, in dem wir nicht zuerst nach Leistungen, nach technischen Anpassungen, nach Rollen im Drama der Erhaltung suchen dürfen. Hier müssen wir zunächst einmal die reinen Formen der Selbstdarstellung anschauen und gelten lassen.

Oudemans' Phänomen hat uns auf Formwerte der Erscheinung aufmerksam gemacht, denen wir nur einen Sinn zuerkennen können, wenn wir formensehende Augen als Anschauende mit in unsere Deutung einbeziehen – Formen, die auf ein Auge hin »gearbeitet« erscheinen. Es ging dabei um die Falter, die in der Ruhestellung vor feindlichen Augen leichter verschwinden, weil die Formelemente ihres Flügelmusters unscheinbare Rinde vortäuschen. Da wir hier also das Auge kennen, vor dem der Falter geschützt wird, durften wir von »adressierten« Erscheinungen sprechen.

Gewiß müssen wir auch die Schlangenstäbe mit ihren so auffälligen und verschiedenen Hautzeichnungen zu dieser Gruppe der adressierten optischen Sendungen zählen. Und doch müssen wir genauer zusehen, wenn wir sie mit der optischen Gestaltung der Schmetterlingsmuster vergleichen. Beim Falter ist die optische Funktion der hier herausgehobenen Einzelheiten durch die Übereinstimmung von Körperhaltung, Flügelschnitt und Färbung evident. Die Formel, die Anordnung sei so, daß in der »richtigen« Stellung eine einheitliche visuelle Wirkung gesichert ist, weist auf die optische Bedeutung hin.

Im Schlangenmuster fehlt zunächst diese klare Zuordnung. Niemand kann vorderhand sagen, die Bindenzeichnung der Korallenottern sei so, daß eine bestimmte optische Wirkung entstehen müsse. Wir wissen zur Zeit noch nicht – nur das Experiment könnte es entscheiden –, wie weit die verschiedenen Muster in ihrer spezifischen Eigenart etwa als Mittel der Findung der Geschlechtspartner, der Artgenossen notwendige Glieder im Leben dieser Reptilien sind. Es könnte sehr wohl sein, daß nur eine sehr allgemeine Wirkung von gelb-rot-schwarzen Binden ausgeht, daß sie also recht beliebig geordnet sein können und daß auch die vorhin diskutierte Schutzwirkung nur die allgemeinsten Züge dieses Musters fordert. Ist beim Falterflügel jede feinste Einzelheit im Dienst der optischen Gesamtwirkung, so ist das möglicherweise für diese Schlangenstäbe und ihre Zeichnung nicht der Fall.

Daß wir in der funktionalen Zuordnung von Mustern vorsichtig verfahren müssen, das bezeugen uns die Experimente. Die Wirkung der Farbmuster im Zusammenfinden der Geschlechter ist bei einem Verwandten des Perlmutterfalters, beim Kaisermantel, geprüft worden. Beide Geschlechter tragen ein goldbraunes Kleid mit lebhaft schwarzem Muster. Wird einem auf der Partnersuche fliegenden Kaisermantel ein anderer im künstlichen Modell dargeboten, so zeigen die vielfach variierten Experimente, daß die Größe des Modells wichtig ist und daß die goldbraune Farbe da sein muß. Das schwarze Muster aber kann variieren, es darf mager ausfallen, übertrieben entwickelt sein oder ganz fehlen – für das Gelingen der Geschlechterbegegnung ist das belanglos. Das Muster als solches, wie »optisch« es für uns auch wirkt, ist in den Einzelheiten seiner Form, ja in Sein oder Nichtsein funktional belanglos[5].

Und doch ist es da. Ich muß auf diese eigentümliche Situation schon jetzt hinweisen – sie wird uns später wieder beschäftigen. Wir entdecken im Bereich der Hautzeichnungen, die im Leben von bildwahrnehmenden

höheren Tieren vorkommen, optisch wirksame Strukturen, bei denen die Einzelheiten der formalen und farbigen Gestaltung keine unmittelbar lebenserhaltende Aufgabe, keine in der üblichen Auffassung »funktionale« Rolle haben. Wir finden also neben Erscheinungen, die sich an ein Auge wenden, deren Eigenart nur im Bezugssystem »Sehen«, aber dort deutlich einen Sinn hat, auch andere, denen diese Eigenschaft abgeht. Neben adressierten gibt es »unadressierte« eigentliche Erscheinungen – Phänomene, die uns durchaus als nur in einem Sehakt sinnvoll erscheinen, also optische »Sendungen« sind, ohne daß ein Adressat da ist, an den sich die Sendung richtet.

Wir sind umgeben von unadressierten Erscheinungen, die sich weder an das Auge eines Artgenossen, noch an das Sehen eines Geschlechtspartners wenden, die sich auch nicht vor einem feindlichen Auge tarnen. Sie stellen vor allem das besondere Wesen eines Tieres oder einer Pflanzenart in der Erscheinung dar. Die Blätterfülle der grünen Vegetation ist von dieser Art – optisch fast ausschließlich zur bescheidenen Rolle eines »Hintergrundes« gebraucht, erfüllt sie in tausend Formen die gleiche lebenserhaltende Rolle als chemische Arbeiterin im Dienst des Lebens. Und wenn auch manches in der Blattstruktur dieser Leistung dient – wie vieles andere in der Blattgliederung, in der Gestaltung der Umrisse, ist nicht Anpassung, sondern Glied der Selbstdarstellung eines pflanzlichen Wesens.

Sind wir einmal so weit, daß wir diese unadressierten Erscheinungen zu beachten anfangen, dann zeigen sie sich auch da, wo wir noch vor kurzem überzeugt waren, es mit eng umgrenzten Zweckgestaltungen zu tun zu haben.

4. FEDERN

Die Auffassung vom Lebendigen, wie sie in unserem Überblick sichtbar werden möchte, ist in jahrzehntelangem Umgang mit den Erscheinungen entstanden. Im Laufe

sich allzu leichthin mit der Aussage, die Federn seien umgewandelte Reptilienschuppen, und zieht daraus die Überzeugung, etwas Sicheres zu wissen. Aber mit solchen trügerischen Sicherheiten verdeckt man sich den Blick auf die wirkliche Schwierigkeit, mit denen es jeder Versuch zu tun hat, welcher die Herkunft der Vögel darstellen möchte.

Die ersten gefiederten Strukturen, die in erdgeschichtlichen Dokumenten überliefert sind, die kostbaren drei Lithographensteine mit den Resten des Vogels Archaeopteryx aus der Jurazeit, zeugen bereits von einem hochentwickelten Fluggefieder. Sie geben gar keine Auskunft über einfachste Vorstufen dieser Struktur. Wir müssen Geduld und Hoffnung haben auf spätere Funde – doch wollen wir in der Wartezeit lieber nicht allzu freie und unzulängliche Erfindungen machen, um die Feder von irgend etwas in der Haut herzuleiten.

Wir müssen die Federbildung vorerst so nehmen, wie sie vor uns ist – als vollendete Tatsache, als reichen Aufbau aus verhornten Einzelzellen, gegliedert in Schaft und Fahne, die Fahne aus Ästen aufgebaut, jeder Ast mit zwei Zeilen von Strahlen ausgestattet, von denen die eine Zeile mit feinsten Haken, die andere mit Krempen versehen ist, wodurch eine elastische und doch feste Verbindung der Federfläche entsteht. Jede Einzeluntersuchung fördert neue raffinierte Einzelheiten zutage, die an den Leistungen der Feder mitwirken.

Diese Funktion ist eine Weile in der Doppelrolle von Wärmeregulation und Flugstruktur gesehen worden. Das genügt indessen nicht – wir müssen jeder voll ausgeformten Feder drei Rollen im Lebensspiel zuerkennen, die ich mit Absicht in einer Gliederung notiere, in der so wenig wie möglich ein Werturteil über einzelne dieser Rollen zur Geltung kommt:

Erscheinung

Wärmehaushalt Flug

Übrigens bieten Schnecken- oder Muschelschalen ähnliche konservierte Zeitfiguren, »Melodien«, als Zeichnungen.

Wie müssen wir diese als Zeitgestalt auffassen? Ist die Pigmentablagerung in Raum und Zeit das Ergebnis von Vorgängen, welche auf die besondere Endgestalt hin geordnet, auf das Erzeugen gerade dieser Musterfigur eingerichtet sind? Oder sind die Abläufe der Pigmentierung in ihrem Rhythmus Prozesse, die gar nicht auf ein Muster ausgerichtet sind, sondern ein solches als völlig belangloses Resultat erzeugen? Im einen Fall ist das Muster in der Erbanlage besonders auf Erscheinung hin vorbereitet, die Erscheinung im wahren Sinn »erzielt« – im andern Fall dient das Erbgeschehen anderen Zielen, das Erscheinungsbild ist »zufälliges« Ergebnis.

Wer die Entstehung eines Herzens, eines Gehirns verfolgt, der beobachtet die Bildung »gezielter« Entwicklungen. Die Entwicklungsphysiologie bemüht sich, die Ordnungsweise dieses »Erzielens« zu erfassen.

Es ist viel über Wert und Unwert der Annahme solcher Zielbestimmung, solcher teleologischer Betrachtungsweise geschrieben und geredet worden. Die Organismen zeigen in ihrer Entwicklung vom Keim zur Reifeform Ordnungsweisen, deren Folge im Keim bereits festgelegt ist. Nicht mehr, aber auch nicht weniger ist mit dem Hinweis auf gezielte Entwicklung gemeint. Die kausale Analyse, wie sie der Physiker und der Chemiker betreiben, muß mit dieser Tatsache rechnen; sie muß ihren Platz in einem anderen System klar bestimmen. Die gesamte physiologische Forschung arbeitet mit Kausalstrecken, deren Stellung in einem erblich vorbereiteten Gefüge immer wieder sorgsam festgelegt werden muß.

Wie sollen wir nun die Federmuster auffassen? Die Tatsache, daß viele ungerichtete, zufällige Veränderungen – Mutationen im Erbgut – auch Mustervarianten erzeugen, legt die Auffassung als ein nicht erstrebtes Resultat nahe. Und da solchen Mustern in der jetzt bevorzugten Fassung der Evolutionstheorie erst ein sekundärer Selek-

Was bedeutet die Differenz in der Gestaltung der ersten Tracht gegenüber den nachfolgenden? Die Tatsache, daß der Juvenile mit dem lockeren Gefieder auskommt, erlaubt den Schluß, daß dieses Gefieder die notwendigen Voraussetzungen der Wärmefunktion erfüllt – daß also die Steigerung in der Ausführung der späteren Körperfedern in erster Linie der Leistung des Erscheinens dient. Dazu paßt auch, daß gerade die juvenilen Federn recht oft die einfachsten Muster tragen, die sich aus den Wachstumsregeln der Einzelfeder ergeben, daß sie in sehr vielen Fällen ein recht unscheinbares Kleid bilden und später formal andere Muster schaffen. Die Ausformung der Erstfeder des Kleingefieders ist in mehreren Vogelgruppen eine formal dürftigere. Ob diese Regel allgemein gültig ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen. An ihrer weiten Geltung ist nicht zu zweifeln.

Ich kann nicht umhin, an ein Geschehen zu denken, das mir vergleichbar scheint: die Folge der Blattbildungen, die ein Sproß im Laufe einer Vegetationsperiode ausformt und die oft regelmäßigen Wechsel der Blattgestalt zeigt. Nach einfachen Grundformen werden die Umrisse reicher gegliedert; das Blatt erreicht schließlich eine zuweilen als »Klimaxform« bezeichnete Gestalt, die dann wieder schlichteren Formen weichen muß. Aus dem Umrißbild des Blattes schließen die Kenner auf den Zuckergehalt der Zuckerrüben. Die Blattgestalt gibt Kunde von Veränderungen des inneren Zustandes – und in ähnlicher Weise spricht auch die Feinstruktur und Färbung der Vogelfeder von solchen Veränderungen. Die veränderte Erscheinung bezeugt die Veränderung der Innerlichkeit, mögen uns diese Zeichen auch noch so unscheinbar vorkommen. Die Antwort der Feder darf nicht einfach als »physiologische Konsequenz«, als kausale Folge, als »Reaktion« auf innere Veränderungen gesehen werden – denn der Ablauf der in jedes derartige Geschehen notwendig eingegliederten Kausalketten ist durch die höhere Ordnung der Anlagen im Keimplasma und im Erbgut des

für den blauschillernden Hals. Und wir erleben in dieser Gestaltung eine weitere der vielen erstaunlichen Einzelheiten der Zusammenarbeit verschiedener Federgruppen. Nicht nur ist das goldgrüne Feld ein wunderbarer Kontrast für den blauschillernden Hals: Das Gelb wirkt auf unsere optischen Sinne »aggressiv« vordrängend, das davor stehende Blau wirkt fliehend – der Vordergrund tritt für das Auge optisch zurück, der Hintergrund drängt vor –, die beiden Farben bewirken ein Entkörpern des Vogels, eine Verfremdung der Normalgestalt – sie arbeiten mit an seiner Verwandlung zu einer optisch wirkenden Fläche von Hohlspiegelform.

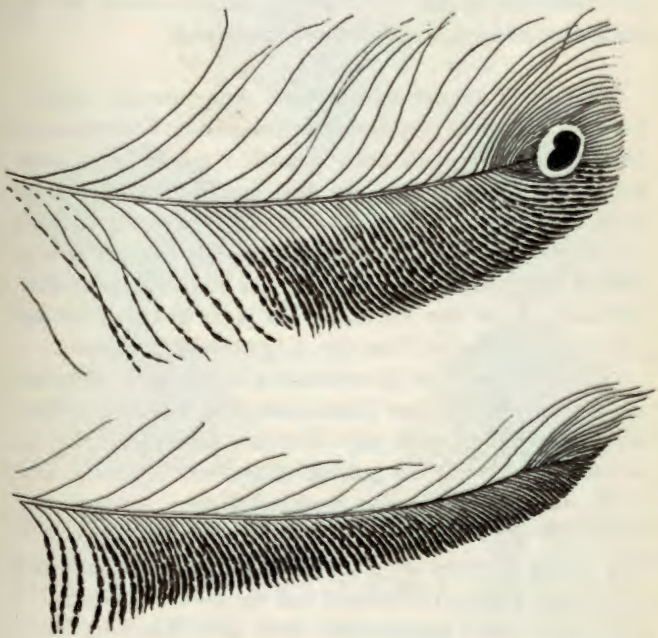

Abb. 21. Am unteren horizontalen Saum des Pfauenrades bilden sich die Augenfedern stark symmetrisch um und formen den leuchtend grün schillernden Fransenbehang. (Nach Esther Sager.)

Man mag den Hinweis auf diese Wirkung als eine Überschreitung der biologischen Aussage werten, die sich auf das nachweisbar funktional Wirksame beschränken soll. Ich bin nicht sicher, ob wir die Grenzen dieses »funktional Wirksamen« heute schon klar genug bezeichnen können, ob wir überhaupt über den Sinn solcher Muster soviel aussagen können, um eine derartige Einschränkung der Aussagen zu begründen. Ich ziehe es vor, die auffallenden optischen Wirkungen alle ausnahmslos darzustellen und nicht eine Auslese zu halten, zu der die Kriterien noch nicht ausreichen. Vor uns ist ein Muster, dessen formale Eigenart wir jedenfalls zunächst einmal ernst nehmen müssen. Das Muster ist ein optisches; es gilt also, alle Möglichkeiten seiner Wirkung auf Augen, soweit wir sie feststellen können, sachlich zu überschauen.

Wer den Sinn der schillernden Augenpracht ergründen will, darf nicht nur die Gestaltung dieses Federmusters untersuchen. Er muß auch danach trachten, das Zeremoniell zu durchschauen, in dem das Pfauenrad gezeigt wird. Dies ist für unsere Absicht um so wichtiger, als ja die »eigentlichen Erscheinungen«, die wir in ihrer Besonderheit hervorheben wollen, auch das ganze Gebaren mitumfassen. Auch das Verhalten ist ja in diesem Fall auf den wahrnehmenden Sinn der Artgenossen gerichtet.

Die Versuche, diese Zeremonie in ihrem Sinn zu erfassen, haben bereits ihre Geschichte. Ihr wissenschaftlich bedeutsamer Teil setzt mit Darwins Lehre ein, die im zweiten Hauptwerk des großen britischen Forschers, dem Werk über die Rolle der geschlechtlichen Auslese, den Grund für die Deutung legt, welche ein paar Jahrzehnte lang gültig gewesen ist: Die Pracht des entfalteten Rades wirkt nach dieser Auffassung auf die Hennen, denen ein ästhetischer Sinn zugestanden wird. Die Wirkung dieser Auslese durch die Weibchen hat in Jahrtausende dauernder Häufung allmählich das Ergebnis erzielt, das wir bestaunen.

auch von den Darwinisten völlig fallengelassen worden ist. Vor allem brachte die Beobachtung keinerlei einwandfreie Beweise für eine Wahl seitens der Weibchen.

Die neuere Evolutionsforschung startete darum zunächst mit andern Ansätzen. Es handelt sich – so ist jetzt die Annahme – gar nicht um »Wahl« seitens der Weibchen – von der Zeremonie des balzenden Pfauhahns gehen unbewußte optische und akustische Reize auf die Sinnesorgane der Henne aus[5]. Die lange Wiederholung, die immer erneuten Wirkungen durch Auge und Ohr bringen auf dem Weg über sekretorische Vorgänge im Zwischenhirn und auf den Hirnanhang, die Hypophyse, Hormone in den Kreislauf, welche die Fortpflanzungsbereitschaft der Henne schaffen: Es gilt ja, sowohl die Eierzeugung in Gang zu bringen als auch die Stimmung der Begattungsbereitschaft zu erzeugen, die schließlich die Befruchtung der Eier ermöglicht.

»Synchronisation« der zwei Geschlechter, das ist der Sinn des Rituals, das da mit Beharrlichkeit aufgeführt wird. Dieses Verfahren ist in beiden Geschlechtern erblich vorbereitet: Zu dieser Vorbereitung gehört das artgemäße Muster des Rades, aber genauso das komplizierte Gebaren des Hahns, welcher der Henne eine Weile seine Rückseite vorführt und dabei rückwärts trippelt und erregt mit den Flügeln fächelt. Wenn im Laufe dieses Gebarens die Henne dem Rand des Rades nahe ist, dreht der Hahn ruckweise dem Weibchen die Prachtseite zu, neigt das Rad maximal nach vorn und läßt es in Ekstase rauschend erzittern. Nach mehrfachem Wiederholen dieser Szene präsentiert sich schließlich die Henne dem Pfauhahn von hinten – bereit zur Begattung –, es kann nun zum Ziel des ganzen Geschehens, zur Begattung kommen. In diesem raschen Überblick des Balzrituals fehlen viele Varianten und Einzelheiten – es geht nur darum, zu zeigen, daß dem gestaltlichen Aufwand ein kompliziertes Verhalten zugeordnet ist (Abb. 23).

Rätselhaft schien lange Zeit das Benehmen der Henne,

ständnis ermöglicht[6]. Die Henne ist nicht einfach teilnahmslos, sie handelt mit: sie scheint vor dem Rad eine gesteigerte Neigung zum Futterpicken zu entwickeln. Und dieses Picken wiederum steigert sichtlich die Erregung des Hahns – die zwei Partner stehen in einem intimen Zusammenspiel mit verteilten Rollen.

Den Schlüssel zum Verstehen gibt das Verhalten anderer Hühner im Balzgebaren, wo der Hahn entweder, wie beim Pfaufasan (Polyplectron), der Henne selber Futter vorlegt oder auf daliegendes Futter einladend hinpickt (so beim Haushahn, beim Jagdfasan), wo also zur Balz eine Futtergabe oder eine Aufforderung zum Füttern seitens des männlichen Partners gehört.

Im Pfauenzeremoniell ist die wirkliche Futtergabe verlorengegangen und durch ein gegenseitig wirksames Ritual völlig ersetzt.

Die Verhaltensforschung unserer Tage deutet dieses Zeremoniell als ein ursprünglich dem Verhältnis von Eltern und Kindern zugehöriges Gebaren des Futtergebens oder der Anregung zum Picken, das in allmählicher Umwandlung uns nicht genauer bekannte Stadien durchlaufen hat und zu einer symbolischen, geordneten Szene geworden ist. So ist es jetzt dem sozialen Verhältnis der Partner im Balzspiel eingegliedert, in dem der Hahn als der Überlegene jene Rolle übernimmt, welche die Mutter in der ursprünglichen Situation dem Kind gegenüber innehat.

Ein kompliziertes Spiel geht da vor sich, in dem beide Partner ihre Auftritte haben, auf die der andere jeweils die rechte Antwort gibt, ein Spiel, das mit der Intimität des Zusammenseins, die es unterhält, zugleich die dem Tiere verborgene Lebensaufgabe der Synchronisierung des Geschlechtslebens leistet.

Die neue Interpretation zeugt davon, daß sich in diesem Balzritual ein reiches Innenleben ausspricht. Wer dem Reichtum des Zeremoniells den der Gestaltung des Rades gegenüberstellt, hat wenigstens die ersten Voraussetzungen geschaffen, auf denen die Einsicht in die Komplexität dieser einen Lebensäußerung zu entstehen vermag.

Das Wissen um das Ritual stellt neu die Frage nach der Rolle der Pfauenaugenpracht. Wieweit ist sie wirkender Anteil, Träger einer vitalen Bedeutung im Hin und Her des Reizspiels? Wir haben ein wichtiges Zeugnis im Albino-Pfauenhahn, der in manchen Fällen dem normalen vorgezogen wird, dem jedenfalls die farbige Wirkung der Pfauenaugen völlig abgeht und der das gesamte Balzspiel vollwertig durchführt. Die Intimität der Partner braucht zum Schaffen der rechten Stimmung sicher weniger, als was in der Norm des Lebens hier optisch geboten wird. Wesentlich scheint das Gebaren, das auf ineinander verschränkten Teilhandlungen beruht.

Ich neige darum der Auffassung zu, vieles an dieser Pfauenpracht überschreite die Grenze des im Fortpflanzungsspiel erblich Geforderten. Das Erscheinungsbild einer Vogelart ist über das funktionell Erforderliche hinaus das Werk von Faktoren, welche Gestaltungen von eigenem Erscheinungswert erzeugen. Das Feld der Deckfedern des Pfauenschwanzes bildet in der Entfaltung – und auf diese Entfaltung hin geformt – einen hohlspiegelartigen Hintergrund für den Kopf des Hahns. Dieser formale Wert des Gebildes besteht auf alle Fälle, auch wenn nachgewiesen wäre, daß ein solches Übermaß gestaltlichen Aufwands funktionell unnötig sei.

Wir sprechen vom Pfau. Was für die Deutung des Rades im Zeremoniell der Pfauenbalz gilt, darf nicht einfach auf andere Vogelgruppen übertragen werden. So weiß die Verhaltensforschung heute bei vielen Vögeln um echte Partnerwahl und um starke, bei manchen Arten sehr dauerhafte Paarbindungen. Wenn also vorhin gesagt wurde, die Zweifel an der Wahl durch die Weibchen seien im Laufe der Zeit immer stärker geworden, so gilt das für einzelne Gruppen, während sich für andere gerade die Überzeugung von intimen Paarbindungen verstärkt hat. Wir fangen heute erst an, die Komplexität dieser

Fragen zu erkennen, und viele Forschungsarbeit ist noch zu leisten. Wie wenig wissen wir darüber, auf welchen Eigenheiten die Wahl von Partnern beruht, wo sie sicher stattfindet; wie wenig kennen wir die individuellen Unterschiede, deren gesteigerte Bedeutung ja gerade ein Kennzeichen hoher Evolutionsstufen ist!

So führt uns auch das Studium des Formwertes eines Merkmals der »eigentlichen Erscheinungen« wieder zur Innerlichkeit zurück. Eigentliche Erscheinung ist ja auch stets nicht nur Mittel der Kommunikation, sie ist über diese soziale Kundgabe eine geheimnisvolle Äußerung der Wesenheit, die sich aus einer ganz besonderen plasmatischen Grundstruktur der molekularen Formstufe aufsteigend entwickelt in die andere Welt einer zur Wirkung auf Sinne fähigen Seinsweise.

5. MARINE SCHNECKEN

Die Metamorphosen jenes Anteils der tierischen Gestaltung, den wir als »eigentliche Erscheinung« bezeichnet haben, können einen beträchtlichen Eigenwert erreichen. Die Darstellung der Schlangenmuster bezeugte die relative Autonomie des Musters in einer Tiergruppe von sehr gleichförmiger Grundgestalt. Die Varianten der Vogelfeder zeigen die Metamorphose eines Grundelements der Hautstruktur, das in seinen Wandlungen dem Blatt der höheren Pflanzen verglichen werden kann. In manchen Tiergruppen ist die Verwandlung der farbigen Erscheinung an sehr weitgehende Umformung der gesamten Struktur des Tiers gebunden. Wir wollen auch dieser Möglichkeit bei einem Tiertypus nachgehen, um in einem beschränkten Ausschnitt den Blick für das Ausmaß der gesamten Evolutionsprozesse zu gewinnen, bevor wir in den Problemkreis der Evolutionstheorie eintreten.

Wenn ich für diesen Zwischenhalt eine Gruppe von marinen Schnecken wähle, mit denen auch die Zoologen

gewirkt, als sie in den Stätten der ontogenetischen Forschungsarbeit längst mit großer Skepsis beurteilt wurde.

Ich betrachte das Problem der evolutiven Herausbildung der Torsion nach wie vor als ungelöst.

Doch die Gestalten der Opisthobranchier geben uns noch andere Fragen auf, wenn wir uns über die Freude des Anblicks hinaus um ein Verstehen dieser Formen bemühen. Viele dieser Schalenlosen zeigen Farben und Formen, die uns den Eindruck von Schutztrachten oder Signaltrachten machen.

Bei den kryptischen Formen ist die Wirkung evident – ja, unter ihnen finden sich Gestalten, die dadurch seit 1890 sogar den suchenden Biologen bis 1957 entgangen sind, weil sie als unscheinbare grüne Flecke auf der Grünalge Halimeda kaum zu finden sind[8].

Viel problematischer ist der Fall der vielen auffällig Gefärbten. Anschauung durch Artgenossen kommt nicht in Frage, da die Augen der Opisthobranchier nicht zur Bilderzeugung fähig sind. Es können also nur fremde Augen, solche von Feinden, sein, die als auslesende Faktoren zu wirken vermöchten. Unter den von der Selektionslehre beachteten Wirkweisen kommt daher nur die Warntracht in Frage, die Möglichkeit, daß auffällige Färbung mit Ungenießbarkeit zusammengeht und daß solche Auffälligen von Jägern, die optisch jagen, nach einigen schlimmen oder unangenehmen Erfahrungen vermieden werden. Im Sinne der Mimikrylehre kann der faktische Schutz einer Gruppe andere ähnlich gefärbte harmlose Formen zu Nutznießern machen.

Die Experimente, die bisher mit Opisthobranchiern angestellt worden sind, deuten darauf hin, daß diese Schnekken für Fische entweder ganz ungenießbar oder jedenfalls unangenehm sind. Diese Wirkung geht wahrscheinlich von allerhand Hautgebilden aus, mit denen die Hinterkiemer ausgestattet sind: besondere Hautdrüsen, Kalkstacheln, Nesselzellen und anderes. Es ist also unter diesen

keiten des Eingreifens von Selektion, aber die Auslese gilt in der Mehrzahl der Fälle generellen Charakteren der komplexen Muster, nur sehr selten aber den spezifischen Formwerten, die das Besondere der Erscheinung ausmachen.

Das experimentelle Studium der Auslösewirkungen hat gezeigt, daß für einen bestimmten Formwert immer sehr beträchtliche Deformationen auch noch wirksam sind, ja, daß abweichenden Formwerten eventuell sogar überoptimale Wirkung zukommt. Wenn Selektion die Auffälligkeit in ihrer Erhaltung begünstigt, so weist uns das formale Studium der Muster auf das verborgene, noch immer unbeantwortete Problem nach dem Sinn der Spezifität dieser Muster. Die Prüfung der Form führt zu Fragen, welche die Selektionslehre, auch wenn wir sie voll gelten lassen, nicht zu erschließen vermag.

»Nicht zu erschließen vermag« – das ist eine Aussage, die von manchen Vertretern der heute führenden Evolutionstheorien bestritten wird. Soweit diese Lehre als Ausgangssituation aller erblichen Veränderungen am Organismus Mutationen annimmt, die hinsichtlich ihrer Folgen auf der apparativen Stufe »zufällig« sind, so stellt sich natürlich die Sinnfrage gar nicht, und es ist in dieser Sicht ein wissenschaftlicher Fortschritt, daß über dieses Faktum vom Neodarwinismus Klarheit geschaffen worden ist.

Die Einordnung des Ursprungs in die Kategorie des »Zufalls« löst in Wirklichkeit die Frage gar nicht. Wer die Auslesewirkung erforscht, darf den Ursprung, der vor jeder Selektion liegt, in seiner Perspektive vernachlässigen. Häufig meint er mit der Aussage, eine Bildung sei »zufällig« entstanden, ganz einfach den Umstand, daß ihre Entstehung nicht auf eine Zweckmäßigkeit hin gerichtet sei. Dem stimmen wir in unserem Falle gerne zu: Wir glauben nicht, das Muster oder die Notumstruktur der Opisthobranchia sei entstanden, »um eine Warnfärbung zu erzeugen«.

Dagegen zeugt jedes dieser farbigen Muster und jede dieser Notumskulpturen von recht komplizierten Ordnungen, die diesen Gebilden zugrunde liegen und die als geordnete Gefüge mit der oben erwähnten Formel vom Zufall gar nicht erfaßt werden. Da sind bei Aegires metallglänzende Blaupunkte spezifisch geordnet in fester Zahl über den Körper verteilt, jeder umgeben von einem tief samtbraunen »Kissen«, das den blauen Glanzpunkt wie ein Juwel heraushebt. Da arbeiten bei Trinchesia an der Kolbenfärbung Blau erzeugende Strukturen der Haut mit einer dunklen Färbung der Leber zusammen, die erst das Blau zur Geltung bringt: eine Kombination, die nur in den sichtbaren Teilen des Kolbens am Werk ist und die ergänzt wird durch besondere das Blaufeld oben und unten begrenzende goldgelbe Säume, die wieder nur im sichtbaren Teil geformt werden und die ihr Gelb als Strukturwirkung des Inhalts von Hautzellen erzeugen. Diese Kolben bilden ein komplexes System, das zur Selbstdarstellung von Trinchesia coerulea gehört und in seiner formalen Sonderart als »unadressierte, eigentliche Erscheinung« gewertet werden muß. Die Darstellung solcher musterbildender Komplexe könnte beliebig erweitert werden; unsere Mappen der marinen Studien enthalten eine erstaunliche Sammlung solcher »eigentlicher Erscheinungen« – alle das Werk komplexer Aufbausysteme. Der mögliche Erfolg dieser Erscheinung als Warnfärbungen erklärt höchstens ihr Erhaltenbleiben, niemals ihre Form. Die Einordnung in die Gebilde des »Zufalls« kann nur als das resignierte Eingeständnis des Versagens rationaler Erklärungen gelten oder als Ausdruck des Bestrebens, die unbekannten Ordnungsweisen nicht anerkennen zu wollen. Ich fasse diese Zuordnung vor allem als die Konsequenz einer völlig unzulänglichen Vorstellung vom Organismus auf, die es zu erweitern gilt.

Die Entscheidung dieser Frage ist wichtig – sie verlangt die Prüfung der angebotenen Evolutionslehren, der wir uns nun noch zuwenden müssen.