

Peter Grießmann

Die Schönheit der Natur



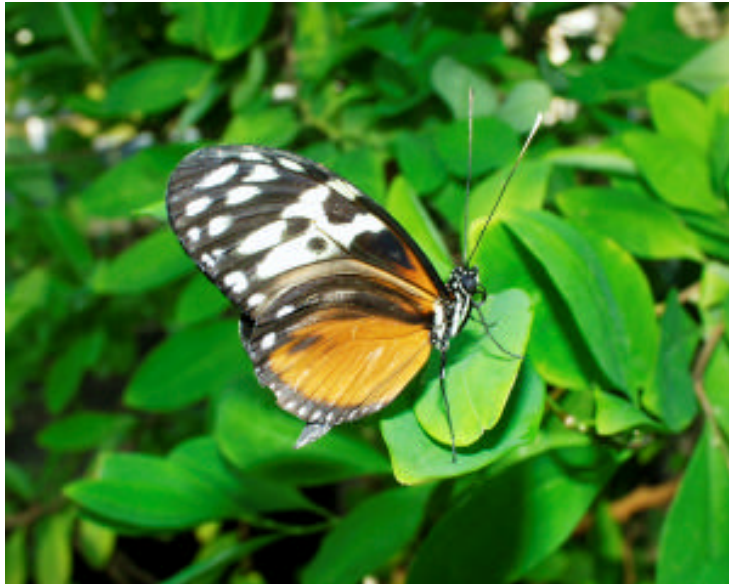


Foto: Benjamin Grießmann

Impressum:

Text, Abbildungen und Tafeln	Peter Grießmann
...außer Tafel 3:	Benjamin Grießmann
Redaktion der pdf-Version:	Benjamin Grießmann

Adresse des Autors: Roonstr. 33, 12203 Berlin

Anm.: Die pdf-Version enthält nur eine sehr kleine Auswahl und zum Teil andere Abbildungen und Tafeln als die gedruckte Fassung. Mehr Informationen beim Autor unter peter.grie@yahoo.de.

Ausschluss jeglicher Gewähr.

Version 1.0 (15.02.2003)

©2003

Vorwort

Ästhetik leitet sich vom griechischen Wort „aisthesis“ her, was grundsätzlich Wahrnehmung, Sinneseindruck, aber auch Gefühl, Verständnis und Erkenntnis bedeutet. Wahrnehmung von Naturschönheit wäre also nichts weniger als ein Weg zur Erkenntnis.

A. Eckert

Ganz sicher haben Sie schon einmal etwas schön gefunden - ein Bild oder ein Gesicht oder vielleicht eine Blume oder Ähnliches. Vielleicht waren Sie sogar begeistert, hingerissen von der Schönheit eines Sonnenuntergangs, eines blühenden Baumes oder eines Schmetterlings? Aber - haben Sie sich auch gefragt, *warum* das alles schön ist? Falls ja: Können Sie eine Antwort geben? Können Sie die Frage beantworten, weshalb Lebewesen schön sind?

Den Anstoß, mich intensiver um dieses Schönheits-Geheimnis zu kümmern, gab eine Reise in die Tropen, auf der ich die geballte Pracht von Blüten, Vögeln und Insekten erlebte. Nach diesem elementaren Schönheitsbad wollte ich unbedingt das Rätsel lösen, was das ist, was uns da so mächtig packt, was uns nicht gleichgültig lässt. Ich wollte herausfinden, *weshalb Schmetterlinge schön sind resp. weshalb wir sie schön finden*. „Und warum gerade Schmetterlinge...?“ Nun, es könnten auch Blumen oder Korallenfische sein. Die Schmetterlinge flattern hier nur stellvertretend für alle Schönheiten der belebten Natur. Ob Schmetterlinge oder Paradiesvögel - immer wieder stehen wir staunend vor diesen grandiosen Wundern, die uns den Atem verschlagen, und wissen keine Antwort auf die unausgesprochene Frage nach den Hintergründen dieser Faszination.

Das ist nicht erstaunlich, denn solche Fragen werden normalerweise nicht gestellt, geschweige denn beantwortet. Die Ungewissheit angesichts der Frage, ob und warum etwas schön ist, scheint aber die meisten nicht besonders zu bedrücken. Konrad Lorenz schrieb in einem Essay: „... und wenn Sie das Wort ... 'schön' heute in den Mund nehmen, laufen Sie Gefahr, dass man glaubt, dass Sie eine tote oder ausgestorbene Sprache sprechen.“ Und Carl Friedrich von Weizsäcker vermutete: „Unsere Zeit misstraut dem Schönen. Nicht von ihm will sie sich erschüttern lassen, seine Seligkeit glaubt sie ihm nicht.“ „Ein Buch über die Schönheit der Natur ...?!“, höre ich denn auch schon den einen

oder anderen belustigt, kopfschüttelnd oder vielleicht gar entrüstet fragen und hinzufügen: „Es gibt doch, weiß Gott, im Moment genug andere Probleme!“ Die gibt es. Aber es gibt auch dieses Problem. Es geht um die *Ursachen der Schönheit der Lebewesen*, und es geht gleichzeitig um das *Rätsel unseres Schönheitsempfindens*, eines der erstaunlichsten menschlichen Fähigkeiten überhaupt. Und beide Phänomene sind erklärungsbedürftig. Nach der Ankündigung meines Vorhabens bekam ich im Bekanntenkreis manche Skepsis zu spüren. Die naturwissenschaftlich Interessierten sagten: „Du wirst forschen müssen. Was du dir vorgenommen hast, ist ein Problem für ein ganzes Team mit viel Geld und einer kompletten Laborausrüstung.“ Die geisteswissenschaftliche Richtung meinte: „Die Schönheit ist eines der komplexesten, schwierigsten Themen überhaupt; es ist ein ungelöstes, wenn nicht gar unlösbares, Problem, an dem sich schon ganze Philosophengenerationen die Zähne ausgebissen haben. Und nun gar noch die Schönheit der Lebewesen!“ Ein Freund gab zu bedenken: „Es handelt sich doch nicht nur um ein im schönen Objekt liegendes Problem - Schönheit wird uns erst in einem subjektiven Erlebnis bewusst. Die Schönheiten der Natur können nicht - wie andere Eigenschaften eines Lebewesens - mit herkömmlichen naturwissenschaftlichen Methoden erforscht werden. Der Zugang zu ihrem Verständnis ist erschwert: Schönheit lässt sich weniger quantitativ messend und wägend, wenn überhaupt, beschreibend-qualitativ erschließen.“ Natürlich hatten sie alle recht. Schönheit lässt sich besser erleben als enträtseln. Schönheit erklären zu wollen, ist ein Wagnis. Aber einfach nur zu sagen: „Das Staunen vor dem Schönen braucht keine Erklärung.“ ist zu wenig.

„Gibt es denn nicht schon genügend Literatur zu diesem Thema?“ Die Antwort heißt: „Nein.“ Es existieren Tausende von Werken über die Schönheit an sich oder die von Kunstwerken, aber kaum eines über die Schönheit der Naturwerke. Ich habe nicht ein einziges modernes Buch, das sich ausschließlich oder umfassend mit der Frage, warum Lebewesen schön sind, beschäftigt, gefunden. Wir wissen (oder glauben zu wissen), wie groß die Masse des gesamten Universums ist, aber wir wissen nichts über Naturschönheit. Nicht, dass nicht allerorten von dieser Schönheit (besonders in Romanen und Filmen oder in Bildbänden) die Rede ist, aber kaum jemand kümmert sich um die Ursachen dieses Phänomens. Diese Schönheit scheint es nicht wert, hinterfragt zu werden. Manche bemerken die Pracht und Eleganz eines Lebewesens schon gar nicht mehr. Unsere Liebe zur Natur stirbt aber mit der Unfähigkeit der unmittelbaren Wahrnehmung. Viele können den Zugang nicht mehr finden, weil sie sich in der Rationalität des Alltags erschöpfen und die ästhetische Sensibilität verlieren. Es ist aber

notwendig, unsere Mit-Lebewesen zu achten, und die (gar nicht hoch genug anzusetzende) menschliche Fähigkeit des Sich-Wunderns über diese Art von Schönheit zu bewahren oder zu entwickeln. Wir können nur dann lebenswert überleben, wenn wir gemeinsam mit den Schmetterlingen überdauern, *und* uns die Fähigkeit erhalten, über die Entstehung und Schönheit der Lebewesen zu staunen und nachzudenken. Wir kommen gar nicht umhin, uns wieder verstärkt mit den Quellen unserer Existenz und der Schönheit der Lebewesen zu beschäftigen. Wir müssen das, was gemeinhin als Schönheitsgefühl (oder als Schönheitssinn) bezeichnet wird, in uns retten. Wir sind keine reinen Verstandeswesen (wie viele immer noch glauben) - wir haben ein wichtiges Erbe an Irrationalem und Emotionalem mitbekommen. Uns droht nicht nur der Verlust der uns umgebenden schönen Natur, sondern auch der Verlust dieser Schönheit in uns, der Verlust unserer gesunden lebenskräftigen Mitte.

Bei dem Thema „Natur-Schönheit“ handelt es sich also nicht um ein unwichtiges, sondern um ein zur Zeit noch verdrängtes Thema. Es gibt Indizien, die vermuten lassen, dass sich unser Verhältnis zu dieser Schönheit ändern wird. Ein starkes, unbewusstes Bedürfnis lässt sich nicht auf längere Dauer unterdrücken. So berichten einige Sporttaucher begeistert von den Wundern der Korallenriffe; Naturbildbände finden vorwiegend aus ästhetischen Gründen Käufer. Millionenfach werden - wenn auch nicht die Wunder der Natur-Schönheit, so doch - die mathematischen „Wunder“ der fraktalen Schönheit bestaunt. Doch hier besteht ein Trend, sich einer Pseudoästhetik zuzuwenden; die „simulierte Ästhetik“ ist leichter verfügbar als die „natürliche“.

„Jetzt wird nun also auch noch die Schönheit der Natur untersucht ...!“, werden einige seufzen: „Das letzte aller Geheimnisse. Bleibt denn nichts vor dem Zugriff der Menschen verschont?“.

Gehören Sie auch zu denjenigen, die von sich sagen können: „Wenn ich etwas wissen will, dann will ich es wissen. Da hält mich so gut wie nichts davon ab zu suchen, bis ich es herausgefunden habe.“? Falls ja, sollten wir uns gemeinsam auf die Suche begeben - nach den biologischen und informationstheoretischen, den psychologischen und kulturellen Wurzeln der Schönheit der Schmetterlinge!

Peter Grießmann

Inhaltsverzeichnis

<i>Vorwort</i>	1
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	6
<i>1. Schönheit als Problem</i>	7
1.1 Die Schönheit der Schmetterlinge kann erlebt, aber nicht erklärt werden	7
1.2 Kann "Schönheit" definiert werden?	12
1.2.1 Die Schönheit in der Philosophie	12
1.2.2 Ein bisschen Linguistik und ein bisschen Wissenschaftstheorie	15
1.3 Ist "Schönheit" ein Forschungsobjekt der Naturwissenschaften?	17
1.3.1 Schöne Lebewesen sind Gegenstand der Biologie!	17
1.3.2 Kant oder: Können wir aus der Natur lernen, was Schönheit ist?	20
1.3.3 "Schönheitskriterien" als biologische Arbeitsbegriffe?	24
<i>2 Die Schönheit der Schmetterlinge</i>	27
2.1 Bringt Schönheit einen Nutzen?	27
2.1.1 Schönheit = Zweckmäßigkeit?	27
2.1.2 Steckt Mathematik in den Flügeln?	31
2.1.3 Farbstoffe bekommen Aufgaben	33
2.2 Gibt es ein Formbildungsprinzip des Lebenden?	36
2.2.1 Organische Muster	36
2.2.2 Ordnung aus Ordnung	37
2.2.3 Lebende Schönheit	41
2.2.4 Ordnung aus dem Nichts oder: Wie Schmetterlingsflügelmuster entstehen	44
2.3 Die Evolution der Schönheit	47
2.3.1 Phylogenese	47
2.3.2 Natürliche Auslese	48
<i>3 Der Schmetterling in uns</i>	60
3.1 Ein ganz besonderes Unterscheidungs- und Beurteilungsvermögen	60
3.2 Psychologie der Schönheit	63
3.3 Maß-Ästhetik oder: Liegt die Schönheit doch im Objekt?	66
3.3.1 Numerische Ästhetik	68
3.3.2 Informationsästhetik	70
3.3.3 Kritik der Maßästhetik	72
3.4 Wie kommen die Schmetterlinge ins Gehirn?	75
3.5 Ist Schönheit ein Phantasiegebilde?	80
3.5.1 Der Radikale Konstruktivismus oder: Schönheit ist nur ein Phantasiegebilde ..	80
3.6 Ein naturwissenschaftlicher Ansatz	87
3.6.1 Die biologischen Wurzeln des Schönheitsempfindens	87
3.6.2 Wie Schönheit im Gehirn entsteht	96
3.7 Überlagerungen	104
<i>4 Anstelle eines Nachwortes</i>	111
<i>Literaturverzeichnis</i>	112

1. Schönheit als Problem

Die Schönheit ist eine von den großen Geheimnissen der Natur, deren Wirkung wir sehen und alle empfinden, von deren Wesen aber ein allgemeiner deutlicher Begriff unter die unerfundenen Wahrheiten gehört.

J.J. Winkelmann

1.1 Die Schönheit der Schmetterlinge kann erlebt, aber nicht erklärt werden

Voller Entzücken betrachte ich die Schmetterlinge in einem Sammlungskasten. Ihre Überfülle an Farben und Formen überrascht mich immer wieder aufs Neue. Manchmal möchte ich aufschreien vor Freude und bin dann doch wieder stumm voller Andacht. Mein Herz schlägt schneller, und in mir breitet sich ein seltsames, wohliges Gefühl aus; mir ist, als ob endlich ein lang ersehnter Wunschtraum in Erfüllung gehen könnte - die Schönheit dieser Tiere erscheint mir wie eine Verheißung des Glücks.

Immer wieder schaue ich mir meine Insektensammlung an. In ihr befinden sich - säuberlich präpariert - Exemplare aus aller Herren Länder, die herrlichsten und seltsamsten Gestalten: Zarteste Eintagsfliegen, riesige Libellen und bizarre Heuschrecken, bunte Zikaden und gefährlich aussehende Wespen, wie glühendes Metall funkelnde Käfer und Gitterwanzen in bezauberndem Filigran!

Im Moment faszinieren mich die Schmetterlinge am meisten - "Nachtfalter": nicht enden wollende Kolonnen kleiner, unscheinbarer Motten bis zu verhalten schimmernden Riesenfaltern; "Tagfalter": das Heer der stolzen, kühn geschwänzten Ritterfalter, in metallischem Blau blitzende Morphoschmetterlinge, schreiend rot und stahlblau gekleidete, seltene Agriasfalter, juwelenhaft in allen Regenbogenfarben spielende Riodiniden Ihre Flügel zeigen eine unglaubliche Vielfalt an Formen und Mustern; die leuchtende Kraft und Harmonie ihrer Farben lassen sich nicht beschreiben. Hier hat die Natur Meisterwerke gezaubert, wie sie keine Phantasie kühner erfinden könnte. Ich kann nicht anders - ich *muss* diese Tiere schön finden.

Ich stelle mir einige der riesigen tropischen Schmetterlinge auf duftenden Blüten vor. Diese himmlischen Wesen scheinen aus einer anderen Welt zu stammen. Ich sehe einen Himmelskörper vor mir, der nur mit Blumen und Schmetterlingen bevölkert ist. Aber dann sage ich mir: Nun komm' mal wieder auf die Erde zurück. Kann ein anderer Stern schöner

sein als unser Planet, auf dem wir diese Falter bewundern dürfen? Hier, direkt vor unseren Augen, fliegen sie herum; alle sind sie irdischen Ursprungs.

Aber: Ist es denn so *selbstverständlich*, dass diese wunder- und sonderbaren Formen und Farben auf unserer Erde existieren? Alle diese Tiere sind so kompliziert gebaut und oft bis ins feinste Detail perfektioniert, dass ich mich frage: Warum sehen sie so aus? Was ist die *Ursache* all dieser Schönheit? Es fällt nicht leicht anzunehmen, dass Schmetterlinge "nur einfach so", ohne dahinter steckenden Grund, schön sind. Wenn ich auch nicht glaube, dass eine höhere Instanz diese Harmonie erfunden, diese Ordnung und Vielfalt, diese Vollkommenheit gestaltet hat, so ist es doch andererseits auch schwer vorstellbar, dass all diese Pracht und Eleganz ohne irgend welche planenden, schöpferischen Kräfte zustande gekommen sein soll. Jemand, der behauptet, die Natur habe ohne Vorsatz, ohne einen dahinter stehenden Sinn, ihre schönen Wesen produziert, kommt mir in irgendeiner Weise naiv vor. Zumindest so etwas wie eine künstlerische Phantasie scheint hinter all dieser Schönheit zu stecken. Wer oder was ist jedoch dieser Natur-Künstler? Wer hat diese komplexen Formen entworfen; wer hat die Farben ausgewählt? Was hat die Formen so "richtig", so harmonisch werden lassen?

Die Naturwissenschaften geben uns eine ernüchternde Auskunft: Lebewesen wie Schmetterlinge sind weder geplant noch erdacht worden; sie haben sich von selbst "auf ganz natürliche Weise" entwickelt. Dafür gibt es genug Belege.

Wenn ich aber davon ausgehe, dass diese Weltwunder durch blinde Gewalten oder durch Zufall entstanden sind, gibt es keinen ohne weiteres *ersichtlichen Grund* für die *Schönheit* dieser Tiere. Wenn *keine* Absicht, *kein* künstlerischer Wille hinter diesen Wundern steckt, wieso sind sie dann so *schön* geworden? Für wen sind diese Tiere so verschwenderisch ausgestattet? Sie sind ja nicht für ein "hoch" entwickeltes Wesen, das Schönheit erkennen und empfinden kann, also für uns Menschen, geschaffen worden. Und ihre Schönheit ist auch nicht für eine Eidechse oder für eine Spinne, die Insekten nur als Beute betrachten, vorhanden.

Für wen und wozu aber dann all die strahlende Pracht und schillernde Eleganz, die kostbaren Muster und die erlesenen Farben ?!

Für niemand? Umsonst ...?!

Was mich verwundert, ist, dass nicht mehr Menschen diese Frage stellen. Vielleicht wissen viele noch gar nicht, dass es hier überhaupt eine Frage gibt?

Ich beschaffe mir Literatur über dieses Thema und stelle fest, dass für viele die Schmetterlings-Schönheit entweder ein zu schwieriges Rätsel oder aber eine Selbstverständlichkeit (oder sogar eine Belanglosigkeit) zu sein scheint.

Was für eine Frage habe ich da gestellt? Kann sie gar nicht beantwortet werden?

Ich lese weiter und finde heraus, dass es schon sehr viele Antworten gibt. Etliche Leute haben sich mit der Schönheit von Schmetterlingen beschäftigt; unterschiedlichste Charaktere haben ganz verschiedene, mehr oder weniger plausible Lösungen gefunden. Der Mönch Augustinus war ein Ästhet; die Schönheiten dieser Welt ließen ihn nicht gleichgültig. "Schmetterlinge sind schön, also müssen sie von Gott geschaffen sein", sagte er sich und fragte erstaunt, wie man angesichts der zweckbestimmten Anordnung der Glieder eines kleinen Insekts so halsstarrig sein könne, das Wirken einer göttlichen Majestät zu bezweifeln. Insekten sind so vollkommen konstruiert, dass der Kirchenvater sich nicht vorstellen kann, dass sie ohne einen überirdischen Meister entstanden sein können.

Einige Schmetterlinge sind bemerkenswerte Kuriositäten: auf ihren Flügeln finden sich Zeichen und Wunder aller Art. Auf dem Rücken einiger Schwärmer sind Muster, die an Totenköpfe erinnern. Wenn man genauer hinsieht, entdeckt man auf den Flügeln mancher Falter Buchstaben und Ziffern, als wolle die Natur uns auf diese Weise etwas mitteilen. Frühere und heutige "Romantiker" glauben, die Natur spreche wie eine Person in einer eigenen Sprache zu ihnen. Die Natur scheint ihnen recht zu geben; sie liefert für diese Ansicht "Beweise" in Hülle und Fülle. Auf vielen Flügeln gibt es geheimnisvolle Augen - sogar mit Lichtreflexen in den "Pupillen", die uns anzuschauen scheinen. Sind nicht all diese Lebewesen geheimnisvoll und unbegreiflich? Die Menschen des Mittelalters mussten in der Natur das "zweite Buch Gottes" sehen, in dem sich seine Allmacht offenbart. Wenn man an einen Schöpfer glaubt, ist die Schönheit der Schmetterlinge eine Selbstverständlichkeit, sie stellt kein intellektuelles Problem dar, eine weitergehende Fragestellung und Erklärung erübrigt sich. Auch heute meinen viele Menschen, eine sichere und eindeutige Antwort ohne naturwissenschaftliche Kenntnisse, aus ihrem Glauben heraus, geben und den Ursprung aller Geschöpfe durch übernatürliches Wirken erklären zu können. Besitzen nicht alle schönen und komplizierten Dinge einen Schöpfer? Der Textautor eines modernen Fotobildbandes schreibt: "Schmetterlinge - sind sie zum Leben erweckte Schöpfungsgedanken eines fröhlichen Gottes? Die Natur spielte den glücklichen Einfall in schillernden Variationen zur Fülle der Formen und Muster (...)"
Wissenschaftler, die um die Erklärungen über die Zweckmäßigkeit organischer Bildungen

nicht verlegen sind, können die Schönheit eines Schmetterlingsflügels nicht wirklich begründen. Ein Kunstwerk dieser Art entsteht eben nicht nur als Ergebnis gnadenloser Überlebenskämpfe der Auslese. Es bleibt uns ein Geheimnis der Schöpfung."

Wie kann ich hinter das Geheimnis der Schönheit gelangen, wie kann ich mich der Natur nähern, wie sie verstehen lernen? Ich will eine plausible Erklärung und fürchte doch gleichzeitig eine rationale Antwort nach dem Motto: "Wunder gibt's keine!" mit ihren ernüchternden Konsequenzen.

Ich suche Rat in den Werken der Dichter. Was haben die "allwissenden Vasallen des Schönen" über die Pracht der Schmetterlinge herausgefunden? "Vielleicht, dass sie die Träume der Blumen sind, oder sie sind gar selber einmal Blumen gewesen ... Auf ihren Schwingen tragen sie noch das Feuer der Tulpe, Bläue der Hyazinthe, Pfingstlicht der Nelke, den Schimmer der Kirschblüte, den Glanz der Schwertlilie (...). Ein höchster Künstler, Dichter, Goldschmied, Juwelenschleifer, Farbenmeister spielt auch mit den Schmetterlingen seine magischen Spiele."

Obwohl mir bei diesen Zeilen das Herz aufgeht, weiß ich, dass dieser schöne Unsinn keine ernsthafte Antwort auf meine Frage sein kann. Warum suche ich die Lösung, wo sie nicht zu finden ist? Hinter den Gedanken der Träumer steckt offenbar nicht nur ein Zurückführen des Problems auf unbekannte Kräfte, sondern auch ein Nicht-wissen-wollen. Viele wollen lieber glauben als erkennen; ungelöste Rätsel und spannende Geheimnisse sind ihnen lieber als nüchterne Tatsachen.

Warum kann ich mich nicht damit zufrieden geben, alles Schöne dankbar zu betrachten und zu genießen? Weshalb staune ich nicht über die Natur-Schönheit und lasse Ursachen Ursachen sein? Entzaubern die Naturwissenschaften nicht überall unsere Welt? Sind wir nicht gut beraten, die Finger von den letzten uns verbliebenen Geheimnissen zu lassen? Wenn uns die Erkenntnisse den Schatz der Schönheit rauben, sollten wir besser auf die Erkenntnisse verzichten. Aber entwerte ich denn die Natur-Schönheit mit meinen Fragen? Es ist ein Vorurteil zu glauben, eine ursächliche Erklärung nehme dem Erklärten seinen Wert. Die Natur ist wie ein Wunderbrunnen, der umso reichlicher fließt, je mehr wir aus ihm schöpfen.

So sehr ich mich nach einer Erklärung der Natur-Schönheit in einer heilen Welt sehne - an eine Lösung durch geheimnisvolle Mächte kann ich mich nicht durchringen. Es muss eine allgemein verbindliche, rationale Antwort auf naturwissenschaftlicher Grundlage geben, eine Antwort, die aufgrund überprüfbarer Daten und Fakten zu Stande kommt. Ich sehe

nicht ein, dass ich mich mit einer scheinbaren Lösung zufrieden geben soll, wenn ich eine wirkliche bekommen kann.

Leider finde ich bei den Fachleuten für Schmetterlinge schon auf meine bescheidene Frage: "Wie sind diese Muster und Farben auf die Flügel der Schmetterlinge gekommen?" nur unbefriedigende Antworten: Der Gestalter der Farben und Muster der Insektenflügel, "... das Leben selbst, (ist) für uns nach wie vor in Dunkel gehüllt.", lese ich. Ein anderer Biologe bekennt resignierend: "Ich fühle mich vor der Welt der Insekten wie ein Museumsbesucher, der schon vor dem ersten Bild grübelnd und bewundernd stehen bleibt - die Insekten sind zu schwierig für meinen Biologenverstand ..." Ein weiterer ist der Ansicht, die Muster und Farben seien rein zufällig auf den Flügeln entstanden und hätten keine weitere Bedeutung. Ein bekannter Verhaltensforscher schreibt: "Viele Schmetterlinge haben eine wunderschöne farbige Zeichnung mit unzähligen Einzelheiten,..." bei der "die Erklärung durch Selektion stark gekünstelt erscheint." Ein anderer meint, das Werden solcher schöner Gestalten bleibe "uns noch rätselhaft". Für die dem Auge sichtbaren Muster gebe es z.T. eine kausale Erklärung; das gelte aber nicht für die "unadressierten Erscheinungen", also solche Muster, die nicht dazu da seien, gesehen zu werden. In einem solchen Falle habe ein schönes Gestaltmerkmal einen eigenen Wert, den er den "Darstellungswert" eines Lebewesens nennt, den Sinn der Repräsentation, der Selbstdarstellung der Art ...". Von Charles Darwin finde ich zunächst nur einen lapidaren Satz zu diesem Thema: "Die Färbung der Insekten ist ein komplizierter und dunkler Gegenstand."

Meine weiteren Nachforschungen bleiben ohne zufrieden stellendes Ergebnis: Eine naturwissenschaftliche Antwort auf die Frage: Warum sind Schmetterlinge schön? scheint entweder sehr schwierig oder sogar unmöglich zu sein: Die Biologie kann uns einiges über die Entstehung der Lebewesen sagen. Sie besitzt auch reiches Wissen über Körperbau, Stammes- und Keimesentwicklung und Verhalten der Insekten. Sie weiß sehr viel über Schmetterlinge. Was sie nicht weiß ist, weshalb sie schön sind. Solche Fragen kann die Wissenschaft nicht beantworten, weil die Frage nach der Schönheit keine Frage der Biologie ist. Das Problem ist nicht, dass die Biologen die Entstehung der Schmetterlingsmuster nicht erklären können. Moderne Entwicklungsbiologen können das nämlich. Die Sache hat einen anderen Haken: Die Biologen wissen nicht, *was Schönheit ist!*

Zwar benutzen alle Naturwissenschaftler ständig diesen Begriff. In jedem Biologie- Lehr- oder -Bestimmungsbuch steht: "Einer unserer schönsten Schmetterlinge ...".

Die Schönheit hat triumphalen Einzug in die exakten Naturwissenschaften gehalten: Physiker kennen "schöne" Elementarteilchen, Mathematiker sprechen von der "Schönheit" computergezeichneter Fraktale. Aber niemand erklärt uns, was "schön" eigentlich heißen soll. Weil jeder zu wissen glaubt, was "schön" bedeutet ...?

Der Begriff "Schönheit" ist naturwissenschaftlich nicht definiert. In dem Satz: "Dieser Schmetterling ist schön." bleibt eine Stelle in der Aussage leer.

Wenn ich wissen will, weshalb Schmetterlinge schön sind, muss ich zuerst einmal feststellen, was mit "schön" gemeint ist!

Was Schönheit ist, sollte ich nicht die Biologen, sondern die Philosophen fragen.

1.2 Kann "Schönheit" definiert werden?

1.2.1 Die Schönheit in der Philosophie

In der Philosophie scheint die Schönheit aus der Mode gekommen zu sein. Des Öfteren finde ich die Meinung, das "Schöne" - heute manchmal schamhaft "das ästhetisch Relevante" genannt - sei der am meisten heruntergekommene Begriff. Die Ästhetik habe keine Definition anzubieten, geschweige denn eine Arbeitshypothese oder gar eine Theorie. Überall herrsche notorische Unsicherheit, Streit oder Ratlosigkeit. Schon ein geringer Fortschritt wäre eine wichtige Sache.

Wie konnte es dazu kommen? Schließlich gab es Zeiten, in denen das Schöne eine große Bedeutung und einen sehr hohen Wert besaß, in denen es mehr galt als alle Tugenden und Kenntnisse, ja, höher gewertet wurde als das Leben, der Ruhm oder die Gesundheit. Schon lange vor allen Reflexionen und Begriffsbildungen mochten Menschen über Schönes gestaunt haben. In den Mythen wird Schönheit gerühmt und verehrt. In unserer abendländischen Kultur war sie bei den Griechen das Augenfällige, Nützliche, Gute, Erstrebenswerte oder Göttliche. Wenn man ihren Dichtern folgt, sind die Alten Griechen ausgesprochene Augenmenschen: das Licht, die Sonne, der helle, strahlende Tag, das Leuchtende, das Glänzende, alles, was blinkt, schimmert und funkelt, fällt auf und - wird als schön empfunden. Schön ist insbesondere alles Lebendige und Vitale. Licht, Leben, Eros, Schönheit und Anmut bilden eine Einheit. Das Schöne ist nichts Profanes: Schönheit ist Aphrodites Gabe. Schönes ist von selbst und selbstverständlich schön. Für die Vorsokratiker ist Schönheit die sichtbare Vollendung und Harmonie einer Stufe des Seins. Im mythisch-sakralen Denken der Pythagoräer besitzt das Werden der Dinge keine eigene Ordnung; diese bekommt sie erst durch Zahlen, Maße und Gewichte, mit

denen Gott im Kosmos alle Gestalt und Form bestimmt. Die Harmonie, das Schöne aber ist Synonym für das Einfache und Geordnete, ist Bedingung für Gestalt, Form und Farbe. Erst mit Sokrates und Platon wird Schönheit zu einem Problem. Sokrates fragt: "Was ist denn dieses, das Schöne?", hat aber selbst keine Antwort. Für Plato ist das Gute nicht nur schön, es ist auch das Maßhafte, denn nur das richtig Geordnete könne die Forderung nach Wahr-Sein erfüllen und besitze den Charakter seienden Seins. Alle Einzelheiten müssen untereinander und in einem Ganzen in richtigen Proportionen in einem Einklang stehen: Schönheit ist Einheit der Mannigfaltigkeit und Einheit in der Mannigfaltigkeit. Platon weiß, dass die Schönheit der Dinge etwas Vergängliches ist; andererseits aber ist sie, wenn sie da ist, durch und durch schön. Er glaubt, dass diese augenblickliche Vollkommenheit die wahre Wirklichkeit des Schönen ist. Schönheit wird zu einem Urbild, einer "Idee". Sie ist etwas Vollendetes, Unwandelbares, Immer-Seiendes, etwas Überräumliches, Überzeitliches, Überindividuelles in einer Welt jenseits der unserigen. Alle schönen Dinge nehmen an dieser "wahren Schönheit" teil, sind erst durch sie schön.

Während das Schöne bei dem Platoschüler Xenophon noch eine gewaltige bannende Macht, ein Sich-Zeigen und Aufscheinen der göttlichen Existenz war, wird sie in der Philosophenschule der griechischen Stoiker bereits abgewertet und diskriminiert: Alle Lust und alle Empfindungen sollten - zugunsten des ethisch Erstrebenswerten - abgetötet werden. (Später heißt es bei den christlichen Apologeten, Schönes existiere zwar in Hülle und Fülle, aber es sei das alleinige Eigentum des Weltenschöpfers, Menschen hätten kein Anrecht auf diese Schönheit. Oder, verschärft: Gott allein sei die absolute Schönheit, für die Menschen unsichtbar, unvorstellbar, unerreichbar. Die Schönheit der Welt sei möglicherweise gar nicht göttlichen Ursprungs. Das Schöne gerät in den Verdacht, als Machwerk des Satans gar nicht wirklich schön, sondern möglicherweise nur ein Blendwerk des Bösen zu sein. Die sinnlich wahrnehmbare Schönheit kann also nicht die wahre Schönheit sein.)

Welch ein sonderbarer, trauriger Abstieg der Schönheit: vom höchsten Wert, von der göttergleichen Sinnlichkeit bis zu ihrer Verdächtigung, Verleumdung und Verurteilung. Erstaunlich ist, dass viele Philosophen immer aufs Neue eher an einen Ursprung der Schönheit im Jenseits statt auf unserer Erde glauben wollen. Platons Idealisierung scheint das Denken bis in unsere Tage hinein zu anästhetisieren; seine Idee der fiktiven "Schönheit" existiert abgetrennt vom realen Leben: von unseren ästhetischen Bedürfnissen, von den erregenden und beglückenden Emotionen beim Erleben des

Schönen ist nur ein farblos-blasser, blutleerer Begriff übrig geblieben. Schönheits-Gefühle werden verleugnet oder verachtet, ja sogar als Hindernis auf dem Wege zur "wahren" Schönheit" angesehen. Nicht erst seit Descartes entspringt das Schöne der Ratio, dem "reinen" Geist; es ist etwas Sakrales, Geheimnisumwittertes, etwas letzten Endes Unerklärbares und auf keinen Fall physiologisch oder psychologisch deutbar.

Schon Platons berühmtester Schüler, Aristoteles, versucht, die Schönheit der realen Welt wieder anzunähern, sie wieder zu einer den Dingen zugehörigen "objektiven" Eigenschaft zu machen: Obwohl sie ursprünglich als "Ursache" gestaltend, formend auf die Stoffe wirke, würden ihre Merkmale an den Dingen und Lebewesen sichtbar. Die Künstler und Philosophen der Renaissancezeit sind der Ansicht, schöne Dinge müssten untersucht werden, ihre schönen Merkmale müssten sich von ihnen abstrahieren lassen, um herauszufinden, warum ein Ding oder Wesen schön sei. Die Gesamtheit der Schönheitsmerkmale müsse der "Schönheit" entsprechen ("attributive Schönheit").

Andere behaupten, die Schönheit sei nicht in den Dingen und Wesen, sondern allein "subjektiv" in uns Menschen vorhanden. Schon die Sophisten hatten die Ansicht vertreten, allein die subjektive Meinung, das Empfinden eines jeden Menschen, der persönliche Geschmack entscheide darüber, was schön sei. In der Neuzeit verkündet dann David Hume: "Die Schönheit der Dinge existiert in der Vorstellung dessen, der sie betrachtet." Und Friedrich Nietzsche schreibt: "Nichts ist bedingter, sagen wir beschränkter, als unser Gefühl des Schönen. Wer es losgelöst von der Lust des Menschen am Menschen denken wollte, verlöre sofort Grund und Boden unter den Füßen."

Es gab und gibt aber auch Menschen, die prinzipiell daran zweifeln, dass man jemals wissen könne, was Schönheit sei. Alles was man über sie sagen könne, sei, dass sie schön sei und sonst gar nichts. Bereits die Skeptiker der Spätantike meinten, es sei grundsätzlich unmöglich, objektive und endgültige Erkenntnisse zu gewinnen und deshalb besser, sich jeglichen Urteils zu enthalten.

1733 schrieb der spanische Pater Feijóv: "In vielen Produkten, nicht nur der Natur, (...) finden die Menschen außer jenen Vorzügen, die ihrem vernunftgemäßen Verständnis unterworfen sind, eine andere Art geheimnisvoller Vortrefflichkeit, die dem Geschmack schmeichelt, das Verständnis quält. Die Gefühle werden dieser Vortrefflichkeit gewahr, aber die Vernunft kann nicht mit ihr fertig werden und so kommt es, dass, wenn man versucht, sie zu erklären, man weder Worte noch Begriffe findet, die ihr Wesen darstellen,

und wir zuletzt einen Sprung vom Wege machen und sagen, es gäbe hier nur ein ich weiß nicht was, das wohl tut, das anzieht, das berauscht, ohne dass wir eine klarere Enthüllung dieses natürlichen Mysteriums finden können."

Die Zweifel an der Zuständigkeit des Verstandes beim Urteil, ob etwas schön sei, nahmen zu. Der antike Denker Panaitios von Rhodos hatte - vielleicht als erster - davon gesprochen, dass wir Menschen neben der Ratio, sozusagen als zweites Erkenntnisorgan, einen "ästhetischen Sinn" besäßen. Im 18. Jahrhundert proklamierte Hutcheson eine "innere", eigenständige, angeborene Instanz, die unabhängig von der verstandesmäßigen Erkenntnisgewinnung arbeite. Für Burke ist der Geschmack eine gesonderte Fähigkeit des Gemüts, eine Art Instinkt, durch den wir auf eine natürliche Weise und auf den ersten Blick der Vorzüge (der schönen Dinge) gewahr werden, wobei die Qualität an Körpern durch Vermittlung der Sinne in mechanischer Weise auf das menschliche Gemüt einwirke.

Diese Philosophen standen mit beiden Beinen auf dem Boden; sie suchten die Schönheit dort, wo man sie - meines Erachtens - suchen sollte: Sowohl in den Dingen und Lebewesen als auch in einem (noch weitgehend unerforschten) bei allen Menschen existierenden Vermögen, Schönes zu empfinden. Hier kann ich anknüpfen.

1.2.2 Ein bisschen Linguistik und ein bisschen Wissenschaftstheorie

Ich brauche eine hieb- und stichfeste Schönheits-Definition. Doch die Schönheit ist schwieriger zu greifen als ein vorübergaukelnder Schmetterling. Der Begriff "schön" ist in seiner Bedeutung flatterhaft und wandelbar, schon von Moment zu Moment in den schillernden Facetten des wechselhaften Gebrauchs veränderlich. Wie kann ich eine sinnvolle, allgemeingültige und vielleicht sogar wissenschaftlich verwendbare Schönheits-Definition finden?

In der analytischen Wissenschaftstheorie ist "schön" ein "kontextabhängiger sogenannter klassifikatorischer Begriff, der eine Eigenschaft bezeichnet".

"Kontextabhängig" bedeutet, dass man den Begriff nur in einem (Text-)Zusammenhang, der ihm erst seine eigentliche Bedeutung gibt, verwenden (und verstehen) kann. Ein "klassifikatorischer" Begriff dient dazu, Gegenstände innerhalb eines bestimmten Sachgebietes in Unterbereiche (Klassen) einzuteilen. Wenn ein solcher Begriff den Einteilungsvorschriften in der Wissenschaft genügen will, muss er eine Gruppe von Gegenständen scharf abgrenzen und sie umfassend und ausreichend charakterisieren. Diese Bedingungen werden von meinem Allerweltswort "schön" nicht erfüllt. Bei ihm

handelt es sich um einen ausgesprochen unspezifischen Begriff mit weitem Anwendungsbereich, der im Alltag nicht genau festgelegt sondern nur umschrieben zu werden braucht, weil jeder aus dem Sinnzusammenhang heraus weiß (oder zu wissen glaubt), was gemeint ist. Wenn ich etwas schön finde, muss ich sagen: "Während ich das Objekt y beobachte, ist es *für mich* schön aufgrund der Theorie Th." oder in meinem konkreten Fall: "Während ich den Falter a beobachte, *erscheint er mir* schön, weil er z.B. Sonnenstrahlen reflektiert (Th 1) und weil bestimmte bewertende Vorgänge in mir ablaufen (Th 2)". Der in meiner Aussage enthaltene Wertbegriff zeugt von meiner *persönlichen Einschätzung* des Wahrgenommenen; durch meine individuellen Erlebnisse habe ich eine bestimmte Einstellung zum Gegenstand und beurteile ihn u.U. anders als eine andere Person.

Kant sagt: "Es ist noch niemandem gelungen, plausible nicht-ästhetische Bedingungen, also Beweise, für Geschmacksurteile zu finden."

Muss ich mich denn mit kulturbedingten, geistig reflektierten Geschmacksurteilen, bei denen jeder seine individuelle Meinung hat, herumschlagen? Zunächst stütze ich mich auf mein/unser universales menschliches Empfinden beim intuitiven Wahrnehmen. Ich gehe davon aus, dass in uns allen ein *intersubjektives*, angeborenes Schönheitsempfinden steckt. Schließlich ist erwiesen, dass wir alle - ob wir es wollen oder nicht - spontan gewisse Formen (beispielsweise ein harmonisches Verhältnis wie den Goldenen Schnitt) und Farben (zum Beispiel leuchtende Spektralfarben) schön finden. Wie soll ich aber das "Unaussprechliche" durch einige abstrakte Wörter definieren? "Es existiert kein verbindliches Vokabular, um sinnliche Erlebnisse zu objektivieren. Eine ästhetische Aussage lässt sich nicht durch eine nicht-ästhetische ersetzen; genauso wenig ist es möglich, aus dem Vorhandensein nicht-ästhetischer Merkmale auf ästhetische Eigenschaften zu schließen."

Ästhetische Erlebnisse sind nicht durch rational-logische Begriffe einzugrenzen. So bleibt mir nichts anderes übrig, als meine Schönheitserlebnisse (ähnlich, wie wir es bei der Schilderung eines Traumes machen) mit den mir zur Verfügung stehenden Wörtern zu umschreiben.

Im Moment geht es mir aber gar nicht um die Schilderung von Erlebnissen; es geht mir um meine Definition. Und hier muss ich nicht einmal definieren, was man allgemein unter Schönheit versteht. Ich kann diesen Begriff auf meine Objekte beziehen und somit stark einengen; ich kann abgrenzen, was ich mit "Schönheit" der Lebewesen meine.

In einer Enzyklopädie finde ich folgende Definition: "Schön: Eine Wertqualität, die das Gefallen an sinnlich wahrnehmbaren Gegenständen bezeichnet (...) Dinge, die eine ausgeglichene, maßvolle, harmonische innere Schwingung erregen, die wohlproportioniert gestaltet sind, sind schön..."

Die Sprachwissenschaft (Etymologie) hat entdeckt, dass (bereits) unser herkömmlicher Schönheitsbegriff ganz bestimmte Merkmale besitzt, die immer wieder auftauchen. Sie bezeichnen etwas *besonders Gestaltetes* und weisen auf eine positiv bedeutungsgeladene *sinnliche Wahrnehmungssituation* hin. Immer gibt es da etwas Strukturiertes oder Farbiges, das (angenehm) empfunden wird. Dasselbe Phänomen finde ich in den Übersetzungen alter Wortstämme; "ansehnlich", "Glanz", "Gestalt", "Bescheid" weisen auf etwas besonders *Geformtes* und *Geordnetes* hin, auf etwas, das ge- und beachtet wird, etwas, was man sich merken, was man untersuchen und verstehen kann. In diesem Sinne wage ich meine erste Schönheitsdefinition:

"*Schön*" ist alles, was mir (uns) beim Gebrauch der Sinnesorgane (hier: Augen) an einem Lebewesen (Schmetterling) wegen seiner *Eigenheiten* (z.B. seines "gefälligen" Äußeren, seiner Form, seiner Farben, aber auch seiner Bewegungsweise usw.) *auffällt* und *gefällt*, d.h. emotional getönte Zustimmung (in manchen Fällen Bewunderung oder Begeisterung) erregt.

Meine Begriffsbestimmung kann nur ein Ansatz sein, der erst im Rahmen weiterer Untersuchungen (eventuell im Rahmen einer Theorie der Schönheit der Lebewesen) ihren endgültigen, allgemein verbindlichen Sinn bekommt. Auch ist mir bewusst, dass Beobachtungsaussagen (Aussagen über eine Sinneswahrnehmung, in meinem Falle über Schönheit) solange keinen wissenschaftlichen Wert haben, solange sie keine Messaussagen sind. Um das zu erreichen, müsste zuerst unser Schönheitssinn näher untersucht werden.

1.3 Ist "Schönheit" ein Forschungsobjekt der Naturwissenschaften?

1.3.1 Schöne Lebewesen sind Gegenstand der Biologie!

Ich lasse mich auf ein Streitgespräch mit einem Naturwissenschaftler ein.

- Ist es nicht an der Zeit, dass sich die Biologen mit der Schönheit ihrer Forschungsobjekte beschäftigen?, frage ich ihn. Schließlich ist diese Schönheit ein Produkt der Natur - sie kann sich den Naturgesetzen nicht entziehen. Weshalb sollte es nicht gelingen, mit den *Methoden der Biologie* herauszufinden, weshalb

Schmetterlinge schön sind? Es muss erforscht werden, welche *Ursachen* hinter dieser Schönheit stecken und welche *biologischen Leistungen* mit ihr verbunden sind.

- Die Wissenschaft kann über die Schönheit nichts aussagen. Weshalb wollen Sie denn unbedingt die Schönheit, dieses undurchsichtige Konzept, diesen windigen Begriff, einen der schillerndsten und umstrittensten überhaupt, in die Naturwissenschaften einführen?
- Überall in der Natur begegnet uns grandiose Schönheit, ja, die Natur scheint nach ästhetischen Grundsätzen konstruiert zu sein; sie arbeitet wie eine Künstlerin. Brauchen wir da nicht eine ästhetische Einstellung, um sie zu verstehen?
- Wenn Sie Schmetterlinge "ästhetisch" betrachten, müssen Sie von ihrer biologischen Existenz absehen. Das Schönheitserlebnis ist eine fiktive Vorstellung, eine Art Tagträumerei, ein genussvolles, aber unverbindliches Spiel der Phantasie. Der Schönheits-Blick ist falsch; er sagt nichts über den Gegenstand aus. Durch solche Erlebnisse gewinnt man keine biologischen Kenntnisse. Es wäre, naturwissenschaftlich gesehen, sinnlos oder methodisch falsch, zu fragen, ob der eine Falter "schön" und der andere "unschön" ist. Ich zeige auf einen herrlichen Schmetterling mit orange-rot strahlenden Flügeln. Aber mein Gegenüber lässt sich nicht überzeugen:
- Es existieren verschiedene Geschmäcker. Jeder findet etwas anderes schön; da können Sie nicht erwarten, dass es allgemeingültige oder sogar naturwissenschaftlich verwertbare Schönheitsregeln gibt.
- Deshalb ist die Schönheit in den Naturwissenschaften nicht definiert?
- Eine naturwissenschaftliche Erkenntnis ist nur dann objektiv, wenn sie lediglich durch das zu untersuchende Objekt, nicht durch die Fehlerquelle der subjektiven Einflüsse geprägt ist. Ein naturwissenschaftlicher Satz ist objektiv wahr, wenn er die Objekte so darstellt, wie sie sind. Die im Innern von uns ablaufenden Gefühls-Vorgänge kann ich nicht empirisch erfassen; sie sind für mich keine objektiv gegebene Tatsache. Streng gesehen, müsste ich als Naturwissenschaftler sogar fragen: Gibt es die von Ihnen behaupteten Gefühls-Vorgänge überhaupt?

Will er meine Schönheitserlebnisse bezweifeln?!

- Beim gefühlsmäßigen Erleben handelt es sich um einmalige, nicht beliebig wiederholbare Erlebnisse. Wir projizieren dabei unsere Stimmungen, unsere

Neigungen und persönlichen Ansichten in die Außenwelt hinein und erfahren ein und denselben Gegenstand verschieden. Nein, mit der Schönheit können Sie einem gestandenen Naturwissenschaftler nicht kommen!

Ist das sein letztes Wort? Mehr hat er dazu nicht zu sagen?!

Er will *weder* die *Schönheit* als eine Eigenschaft eines Lebewesens, also als *objektiven Gegenstand*, noch das *Schönheitserlebnis*, also unser *subjektives Empfinden* der Schönheit beim Betrachten dieses Lebewesens, in der biologischen Forschung zulassen. Viele Naturwissenschaftler meinen, sie könnten die Natur von einem sicheren Beobachterposten aus kühlen Herzens erforschen. Auf die schlichte Beobachtung, auf eigene Wahrnehmungen und Erlebnisse, glauben Sie oft verzichten zu können. Sie beurteilen den Wert einer Erkenntnis fast ausschließlich danach, welche Rolle Zählen, Messen und Wiegen bei ihrem Zustandekommen spielen. Eine solche Naturwissenschaft ist unfähig, grundlegende Aspekte unserer Lebenswelt einzubeziehen oder zu begreifen. Sie ist stumpfsinnig, ohne Gefühle und ohne Emotionen, sie kennt nichts als das endlose, sinnlose Umhertreiben der Materie. Auch mein Gesprächspartner lässt sich von der Natur nicht ansprechen, nicht ergreifen, nicht in eine besondere Stimmung versetzen - auf dieser emotionalen Ebene hat sie ihm nichts zu sagen. Er stellt seine Fragen an die Natur in einer rationalen, oft mathematisierten Weise; und die Natur antwortet ihm entsprechend.

- Wenn Sie die Natur naturgemäß befragen würden, sage ich zu ihm, würde sie ihre Antworten in ihrer natürlichen Sprache geben. Sie würde ihr Wesen in Tönen, Düften und Gestalten, in der grenzenlosen Vielfalt ihres unglaublichen Reichtums, eben ihrer erstaunlichen Schönheit darbieten!
- Diese Methode wäre das Ende jeder Wissenschaft. Diese Biologie wäre bestenfalls eine Botanik aus betörenden Blütendüften oder eine Zoologie aus bunten Schmetterlingsflügeln. Kann der nach Erkenntnis ringende Geist seine Erkenntnisse dadurch objektiver machen, dass er bewusst von seiner Individualität absieht und versucht, sich so weit wie möglich aus dem Prozess herauszuhalten? Selbst der um größte Objektivität bemühte Wissenschaftler, kann beim Beobachten seiner Objekte gefühlsmäßige Erlebnisse nicht vollständig ausschließen. Wahrscheinlich sind diese Emotionen sogar notwendig, damit unser sog. rationales Erkennen eine Richtung gewiesen bekommt. Jedenfalls gibt es kein Natur-Verständnis ohne subjektive Komponente. Der beobachtende, denkende und fühlende Mensch ist der Träger der

Naturwissenschaften! Rationale Abläufe und körperlich-ästhetische Empfindsamkeiten dürfen nicht getrennt werden.

"Sie müssen bereit sein, Ihre Umwelt wieder sinnlich zu spüren, wieder zu fühlen, dass auch Sie diese Natur sind und zu ihr gehören. Sie müssen selbst teilnehmen an dem unermesslichen Spiel der Formen und Farben des Werdens und Vergehens!", möchte ich dem Biologen zurufen. Ich bin mir sicher, dass das Schönheitsempfinden in der Biologie eine ebenso wichtige Rolle spielen muss wie das logische Denken, weil dieses nicht ausreicht, die Realität zu überblicken. So kann man durch ein Schönheitserlebnis etwas über die Natur erfahren, was sonst verborgen bliebe.

- Unser Schönheitsgefühl gibt uns Auskunft über den Grad der Komplexität, des Ordnungszustandes, der Harmonie und der Symmetrie eines Natur-Gegenstandes, sage ich. Ästhetische Erfahrung ist eine besondere Art von Erkenntnis, eine besondere Form des Verstehens, die uns Wesentliches oder Grundsätzliches vermittelt.
- Den Wahrheitsgehalt einer naturwissenschaftlichen Theorie können Sie mit dem Schönheitsempfinden nicht beweisen oder widerlegen. Was sollte auch Schönheit mit Wahrheit zu tun haben? Zum Begründen oder Erklären taugt die Ästhetik nicht.
- So unterschiedlich, wie Sie glauben, sind biologisches und ästhetisches Vorgehen gar nicht. Beide gehen vom Objekt aus und gewinnen induktive Erkenntnisse. Wie dem aber auch sein mag und so viele Schwierigkeiten und Irrtümer es auch geben mag - eines können wir nicht: die Schönheit der Natur einfach ignorieren, ausklammern oder sie lediglich zur Kenntnis nehmen. Die Biologie muss *alles* in der lebenden Natur zum Gegenstand ihrer Forschung machen - also *auch die Schönheit der Lebewesen!* Falls es eine objektivierbare Schönheit der Schmetterlinge gibt, muss die Biologie um ihre Existenz wissen und sie erforschen. Falls es keine solche Schönheit gibt, darf die Wissenschaft sie als Ausgeburt der Phantasie ignorieren. Sie sollte dann aber auch konsequenterweise bei der Beschreibung der Naturobjekte auf die Wörter "schön" und "Schönheit" verzichten.

1.3.2 Kant oder: Können wir aus der Natur lernen, was Schönheit ist?

Im Traum darf ich ihn interviewen: einen kleinen, etwas verwachsenen Mann mit einem enormen Kopf und großen, hellwachen Augen. "Herr Professor", frage ich höflich, "warum sind Schmetterlinge schön?" Er sieht mich mit seinen wasserblauen Augen freundlich an - aber dann verschwimmen seine Züge und nehmen die des Naturwissenschaftlers an, als er sagt: "Diese Frage können wir a priori nicht beantworten, liebes Kind."

Ich lese Kant. Der große Erneuerer der abendländischen Philosophie hat über die *Schönheit* der *Lebewesen* nachgedacht. Zunächst einmal hält er Lebewesen ganz allgemein für "unerklärbar" und zwar aus folgendem Grund: Wenn wir einen Schmetterling betrachten, erfahren wir ihn immer als ein Ganzes, das mehr ist als die Summe seiner Teile. Wollten wir ihn erklären, müssten wir also ein Zweckganzes *vor* seinen Teilen Erklären - demnach sei uns eine "mechanische" Erklärung der Organismen verwehrt. Wir müssten uns Lebewesen so vorstellen, als seien sie "teleologisch", also planmäßig auf ein Ziel hin, absichtlich von einem intelligenten Schöpfer geschaffen worden (ohne, dass das allerdings tatsächlich der Fall sein müsse). Dass wir Lebewesen nicht anders deuten können, liege an den Eigenschaften unseres diskursiv arbeitenden Verstandes. Dieser gehe immer vom Analytisch-Allgemeinen, d.h. von Begriffen, aus, und wolle das Besondere, also das empirisch Erfahrene, daraus ableiten. Er könne also auf diese Weise nichts kausal bestimmen, sondern nur bestimmten Begriffen unterordnen und so müsse ihm die Mannigfaltigkeit der Natur "zufällig" erscheinen. Da leider ein "kunstloser Naturbegriff", eine Erklärung durch eine "blinde Naturmechanik" nicht möglich sei, habe er, Kant, sich auf den "uferlosen Ozean der Ideen gewagt". Er komme zu dem Ergebnis, dass die Natur von uns unter der Idee, absichtlich und zu einem Zweck erzeugt zu sein, reflektiert werden müsse; jedenfalls wirke sie im Schönheitserlebnis so auf uns ein (es mag dergleichen ihre Absicht sein oder nicht). Bei Lebewesen handle es sich immer um die *subjektive* Zweckmäßigkeit, die mit einer eventuellen objektiven Zweckmäßigkeit nichts zu tun habe. Um diese "formale Zweckmäßigkeit ohne realen Zweck" handelt es sich immer dann, wenn etwas so beschaffen sei, *als ob* ein Wille es nach einem Prinzip organisiert und gestaltet hätte. Die formale Zweckmäßigkeit sei nur als Erscheinung vorhanden, man könne sie feststellen ohne ihre Natur zu erkennen: Unsere Urteilskraft sei eben so beschaffen, dass sie gesetzmäßig alles Besondere im Allgemeinen sehe; und nun könne sie auch hier nicht anders als der sog. schönen Natur eine Vollkommenheit, Harmonie und Ordnung, d.h. "Zweckmäßigkeit", zu *unterstellen*. Wenn unsere Einbildungskraft zufällig eine Form an einem Gegenstand vorfinde, die sie ihm ohne Zwang auch gegeben hätte, stelle sich ein subjektives Gefühl des Wohlgefallens, der *ästhetischen Lust*, ein. Wenn wir die schöne Natur ohne jeglichen realen Zweck (ohne Reflexion auf "Nützlichkeit" oder "Brauchbarkeit") betrachteten, *erscheine* sie unserem Erkenntnisvermögen zweckmäßig, weil sie von sich aus mit den Gesetzmäßigkeiten unserer Erkenntniskräfte zusammenpasse.

Ein Schmetterling werde für schön gehalten, weil eine gewisse Zweckmäßigkeit, die so, wie wir sie beurteilen, auf *gar keinen* Zweck bezogen wird, in ihrer Wahrnehmung anzutreffen sei. Diese *ästhetische* Zweckmäßigkeit wecke unsere Verwunderung. Hier reichten erst recht keine bloßen Natur-Mechanismen zur Erklärung aus: Natur-Schönheit verlasse den Rahmen der formalen Zweckmäßigkeit. Es sei absolut falsch, zu glauben, dass das Leben eine Eigenschaft der Materie selbst sei. Bei der Erklärung von organischen Gebilden könne in keinem Fall ganz auf das Übernatürliche verzichtet werden. Die Natur-Mannigfaltigkeit lasse an einen außer uns liegenden Grund denken, an eine Schönheit, die ein Schöpfer seinen Lebewesen gegeben habe.

Kant bezeichnet Schmetterlinge als "freie Natur-Schönheiten", als Wesen, die frei und für sich gefallen, in deren Beurteilung das Geschmacksurteil "rein" sei. Wenn wir die Schönheit eines Schmetterlings wahrnehmen, so empfinden wir dabei nur seine anschaulichen Formen und nichts weiter. Wir kümmern uns dabei weder um den Begriff "Schmetterling", noch um seine Biologie oder um die Zweckmäßigkeit der Formen und Farben, denn wir können durch unsere ästhetische Betrachtungsweise sowieso *nichts* über den Schmetterling *erfahren*.

Nun wird mir klar, warum mein Biologe mich an Kant erinnert: Beide verneinen die Frage, ob die Schönheit naturwissenschaftlich erforschbar sei. Beide lehnen das Schönheitsempfinden als Erkenntnisquelle ab.

Des Weiteren trennt Kant *Wahrnehmungen* und das "*Angenehme*" von der *Schönheit* der Dinge. Er löst das ästhetische Urteil vom empirischen Sinnesurteil, indem er behauptet, das ästhetische Wohlgefallen komme gar nicht empirisch durch Sinneswahrnehmungen zu Stande. Er scheidet auch das ästhetische "Wohlgefallen" von dem Phänomenalen, sinnlichen Wahrnehmungserlebnis: "bloße Annehmlichkeiten", "reines Sinnenvergnügen", Wohlgefallen am schlichten Sinnenreiz seien keine Schönheitserlebnisse, weil nicht interesselos. Im Schönheitsfalle gehe es um aktiv erlebtes interesseloses Wohlgefallen. Auch physiologisch fundierte Vorgänge wie das Wahrnehmen von Farben trennt Kant von den ästhetischen Erlebnissen, weil er sie für "objektive Empfindungen" hält, die keinen Allgemeinheitsanspruch erheben.

Ich möchte dem Kant von damals meine Gedanken von heute gegenüberstellen.

Meines Erachtens wird jeder ästhetische Vorgang von Reizen hervorgerufen und von Sinnesorganen vermittelt. Alles wahrgenommene Schöne kann auf die physiologischen Vorgänge und unsere Empfindungen zurückgeführt werden. Schönes ist angenehm. Was

Kant "Wohlgefallen" nennt, könnte er genauso gut Lust nennen: Interesse, Vergnügen, Angenehmes, Begehren, ja, Begierde! "Reine" Schönheitserlebnisse kann es nicht geben; Lust, Interesse und Schönheit sind nicht zu trennen.

Kant separiert die Schönheit vom Objekt: Die ästhetische Wahrnehmung ist lediglich eine Reflexionstätigkeit ohne Bezug auf die Objekteigenschaften. Aber ist das Wahrnehmen von Schönheit nicht immer ein Wahrnehmungsvorgang *von etwas*?

Dabei gilt unser Interesse immer den Dingen selbst. Wir gewinnen durch den ästhetischen Wahrnehmungsvorgang immer Erkenntnisse über den Gegenstand.

Wenn in dieser Welt etwas schön ist, ist es an einem *Objekt* (Lebewesen) schön. Aus diesem Grunde können wir die Schönheit auch naturwissenschaftlich ergründen. Wer hindert uns daran, zu *untersuchen*, ob ein Lebewesen real zweckmäßig konstruiert ist oder nicht? Prüfen wir doch, was wir beim "Schönfinden" tatsächlich erleben! Bevor wir nicht die empirischen Fakten kennen, werden wir nichts wissen. Liegt nicht gerade in der naturwissenschaftlichen Alternative zu Kants philosophischen Behauptungen unsere Stärke?

Wenn wir eine reale Zweckmäßigkeit der Natur annähmen, sagt Kant, wäre unser Geschmacksurteil empirischen Prinzipien unterworfen. In diesem Falle aber müssten wir von der Natur erst lernen, was wir schön zu finden hätten.

Warum sollen wir *nicht aus der Natur lernen* ?, frage ich mich. Wir können lernen - wenn vielleicht auch nicht *was*, so doch - *warum* etwas schön ist! Zuerst einmal müssen wir zeigen, dass Lebewesen (Schmetterlinge) nicht nur formvollendet, sondern auch zweckmäßig gebaut sind, dann, was die Form mit dieser Zweckmäßigkeit und was beide mit der Schönheit zu tun haben. Wir müssen aufs Neue, *mit ganz anderen Methoden*, an diese Schönheit herangehen. Wir können uns z.B. die Frage erlauben, weshalb in einem Organismus, der nicht aus seinen Teilen zusammengesetzt ist, (trotzdem) das Ganze die Teile bestimmt.

Wenn sich zeigen sollte, dass die Natur nicht "zufällige", sondern gesetzmäßig zweckmäßige Formen hervorbringt, und wenn wir gar die Struktur der Lebewesen nicht nur "formal", sondern ursächlich (physikalisch-chemisch), erklären können - wäre es möglich, mit Hilfe unseres Schönheitsurteils auch über die Merkmale der schönen Wesen *objektive*, theoretisch erfassbare *Urteile* zu fällen! Wenn wir beweisen können, dass die lebendige Natur "zielgerichtet" arbeitet, können wir vielleicht das *Richtmaß* der *Schönheit* nicht nur in uns selber, sondern auch in der Natur finden! Klarheit darüber kann nur eine biologische Untersuchung der Objekte bringen!

1.3.3 "Schönheitskriterien" als biologische Arbeitsbegriffe?

Der Darwinist und Insektenforscher Edward Poulton hielt den afrikanischen Schwalbenschwanz *Papilio dardanus* für den schönsten Schmetterling der Welt. Gibt es notwendige und hinreichende *Merkmale*, die Schmetterlinge zu "schönen" Schmetterlingen machen? Wenn ja, welche?

Der Schmetterlings-Körper ist gegliedert und besitzt auf diese Weise eine wohltuende, klare *Ordnung*. Die sehr großen Flügel betonen den (spiegel-) *symmetrischen*, "doppelseitigen" Bau: alle Flügelrundungen und -zacken, alle Farbtupfer und -flecken sind zweifach vorhanden, in gleicher, nur seitenverkehrter Ausführung.

Schlichte, "elegant" geschwungene Flügel sind am schönsten; aber auch einige ausgefallene Formen wirken hinreißend, wenn die Harmonie gewahrt ist. Die Flügelmuster verschmelzen mit den Flügelformen zu einer harmonischen Gesamtheit. So wie die einzelnen Körperteile müssen auch die Flügelmuster-Elemente nicht nur in einem harmonischen Verhältnis zueinander stehen, sondern auch zum Gesamteindruck passende *Proportionen* besitzen. Entscheidend ist auch hier, dass das Muster klar und gut überschaubar ist; die einzelnen Elemente dürfen nicht zu zahlreich, nicht zu komplex sein. Eine regelmäßige Größenzunahme oder eine Reihung tragen zur Schönheit bei. Ich kann Poulton nicht folgen, wenn er bei seiner Wahl ganz auf Hell-Dunkel- *Kontrast* setzt und auf die "bunten" *Farben* und die Farbkontraste verzichtet. Am "schönsten" sind die Farben, wenn sie leuchten und glänzen; aber auch dezente Töne verfehlen ihre Wirkung nicht. Falls der Falter mehrere Farben besitzt, müssen diese kontrastreich und "harmonisch" zusammenpassen.

Eine gewisse Komplexität, Ordnung, gute Proportionen (inkl. Harmonie und Rhythmus), Symmetrie, Kontraste, Farben - das sind in etwa die Schönheitskriterien, die auch die Renaissancekünstler herausgefunden haben. Kann ich mit diesen Kriterien die Schönheit überlisten und sie als Führerin in die Geheimnisse der Natur nutzen? Wenn die Künstler recht haben, die behaupten, Schönheit könne aus Schönheitskriterien addiert werden, müssen die Tiere besonders schön sein, die viele dieser Kriterien aufweisen. Von der entgegengesetzten Seite herkommend, kann ich mein Schönheits-Empfinden wie eine Sonde nutzen, um aus der Vielzahl der Schmetterlinge die besonders schönen herauszusuchen - bei diesen müssen sich dann besonders viele Schönheitskriterien finden lassen. Wenn diese These stimmt, brauche ich nicht mehr zu fragen: "Warum ist dieser oder jener Schmetterling "schön" ?"; ich kann diese schwierige Frage durch viel einfachere Fragen ersetzen: "Warum ist dieser Schmetterling so proportional gegliedert?"

Warum sind seine Flügel so harmonisch geformt? usw." Das sind die Fragen, die auch ein Biologe beantworten kann!

Ich vergleiche zwei Schmetterlinge: einen besonders "schönen" und einen besonders unscheinbaren und frage zunächst bescheiden, ob der erstere *etwas hat*, was der zweite *nicht* besitzt. Der erste hat besonders elegant geschwungene Flügel, die in ihren Formen, Mustern und Farben sehr gut miteinander harmonieren, was man bei dem zweiten Falter nicht behaupten kann. Der erste hat besonders harmonische Farben, der zweite so gut wie gar keine.

Nun kann ich fragen: Wozu hat dieser Schmetterling diese Struktur/dieses Muster/diese Farben? Weshalb ist er so und nicht anders gebaut? Welchen Bedingungen genügt er, wenn er so und nicht anders strukturiert ist? So finde ich heraus, ob die "Schönheit" dem Tier einen Vorteil/Nachteil einbringt, und falls ja: was bzw. welchen. Dann sehe ich, ob es noch andere Schmetterlinge gibt, die diese oder ähnliche Schönheit besitzen und untersuche, ob sie dem gleichen Zweck dienen. Auf diese Weise stelle ich fest, was das, was ich an ihnen entdeckt habe, eigentlich *bedeutet* und erfahre, *weshalb* sie "harmonisch", "symmetrisch", "farbig", etc., mit anderen Worten, "*schön*" sind!

Um die Tauglichkeit meiner Kriterien zu prüfen, habe ich ein Spiel erfunden, das ich nun mit meinen Kindern ausprobiere. Wir wählen einige Schmetterlinge (und zum Vergleich auch nicht lebende Natur-Gegenstände) aus und taxieren ihre Schönheit mit Hilfe unseres spontanen Schönheitsempfindens; genauer: wir benoten sie anhand einer Punkte-Skala von 0 = "nicht schön" bis 12 = "außerordentlich schön". Jedem dieser sechs Schönheitskriterien ordnen wir - je nach Vorhandensein und Intensität null bis zwei Punkte zu (also ebenfalls insgesamt 12 Punkte). Wir suchen am selben Objekt nach den Schönheitskriterien und verteilen je Kriterium 0 bis 2 Punkte, addieren die Punkte und vergleichen unser "emotionales" Ganzheitsurteil mit unserem additiven, "intellektuellen" Urteil.

Ein Lehmklumpen bekommt spontan nur 1 Punkt, ein Quarzkristall bringt es auf 9 Punkte. Eine Raupe erhält 7 Punkte.

- Mal sehen, wie viel Punkte dieser Nachtfalter schafft! Wie schätzt ihr ihn ein?
- "Mehr als mittelschön", 7 Punkte, meinen meine Mitspieler.
- Gut, das empfinde ich auch so: eine sanfte, unscheinbare Schönheit. Der Körper ist geordnet (1 Punkt), gegliedert und proportioniert (2 Punkte), ähnlich wie bei der Raupe, nur wird hier die Spiegelsymmetrie viel deutlicher durch die vier großen Flügel, auch eine harmonische Reihung ist durch die Flügelbinden angedeutet (2 Punkte). Der

Motte fehlen prägnante Körper- und Flügelzeichnungen, sie sind nicht übersichtlich genug, erscheinen fast zu komplex (1 Punkt); genauso wenig sind die Flügel als Gestalt vor dem Hintergrund (bis auf den leichten dunkelbraun-weiß-beige Kontrast) abgehoben, er verschwimmt mit der Umgebung (0 Punkte). Der Körper mutet zerbrechlich an, vielleicht wegen der vielen zarten Haare am hinteren Flügelsaum. Die Farben sind unauffällig, nicht bunt, ohne Leuchtkraft und ohne Glanz, aber sehr harmonisch abgestuft (1 Punkt). Diese Farbharmonie und die (noch sichtbare) Symmetrie der Flügel tragen das meiste zur Schönheit bei. 7 Punkte - das bedeutet: "mehr als mittelschön". Wie wir vorausgesagt hatten!

Jetzt kommt die Probe auf's Exempel: wir nehmen meinen Lieblingsschmetterling, den wir als "außerordentlich schön" charakterisieren (12 Punkte). Sein Körper ist "geordnet" gebaut; man sieht, dass sich die Flügel an den "richtigen" Stellen am Körper befinden (2 Punkte). Die Flügel selbst haben eine bezaubernde elegante Form, sind harmonisch proportioniert und passen in der Größe zum Rumpf (2 Punkte). Die je zwei gleich großen und gleich gestalteten Vorder- bzw. Hinterflügel erzeugen eine bestechende Spiegel-Symmetrie (2 Punkte). Form und Flügelzeichnungen sind komplex, aber sehr übersichtlich (2 Punkte). Das Schönste aber ist die herrliche Färbung! Trotz des starken Kontrastes (schwarz - gelb - orange, 2 Punkte) ist es ein phantastisches, harmonisches Farbenspiel: reine Spektralfarben mit großer Leuchtkraft und Glanz (2 Punkte, man müsste eigentlich einen Sonderpunkt dazugeben). Gegen seine Umgebung (grüne Blätter) würde er sich gewiss gut abheben. Er erfüllt alle Kriterien: 12 Punkte.

So oft wir auch testen - wir kommen immer wieder zu den gleichen Ergebnissen.

Meine Schönheitskriterien sind brauchbar (ich muss sie nur noch genauer an mehreren Menschen und mit einer genügend großen Zahl von Vergleichsobjekten eichen).

Nun besitze ich ein Handwerkszeug, mit dem ich die Schönheit der Schmetterlinge näher untersuchen kann.

2 Die Schönheit der Schmetterlinge

...die Natur fragt (...) nicht nach dem Aussehen, es sei denn, dass es irgendeinem Wesen nütze.

Charles Darwin

2.1 Bringt Schönheit einen Nutzen?

2.1.1 Schönheit = Zweckmäßigkeit?

Die Schönheit der Schmetterlinge lässt mich nicht mehr los. Riesige Falter mit kühn geformten, feuerroten Schwingen verfolgen mich bis in die tiefsten Träume. Ich wache mitten in der Nacht auf, wälze mich schlaflos im Bett, stehe schließlich auf und versuche, die Pracht der seltsamen Gestalten mit Bleistift oder Pinsel festzuhalten. Ich sehe mir Abbildungen in Schmetterlingsbüchern an und staune immer wieder, wie viele Variationen die Natur hervorgebracht hat. Ich versuche auch andere, vielleicht noch schönere

Flügelformen zu erfinden (Abb.1), aber die Naturformen sind bei weitem die Schöneren. Ich muss mich intensiver mit der Biologie der Schmetterlinge beschäftigen, um die Ursachen der Flügelform und die Entstehung der Muster zu begreifen.

Ich beginne mein Studium mit den Schmetterlingsflügeln. Schnell wird mir klar, dass ich die Flügel erst verstehen kann, wenn ich zunächst den gesamten Schmetterlings-Körper betrachte. Ein Schmetterling ist keine Addition verschiedener, mehr oder weniger unabhängig voneinander existierender Bauteile, sondern eine komplexe Ganzheit (bei der alle Organe ihre spezifische Aufgabe haben, sich gegenseitig ergänzen und zu einem gemeinsamen "Nutzen" zusammenwirken). Ich muss mich nach der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise richten,

dabei aber immer meine Frage nach der Schönheit im Auge behalten. Zunächst müssen meine Fragen lauten: "Wie ist ein Schmetterling beschaffen?", "Wie sind Schmetterlinge

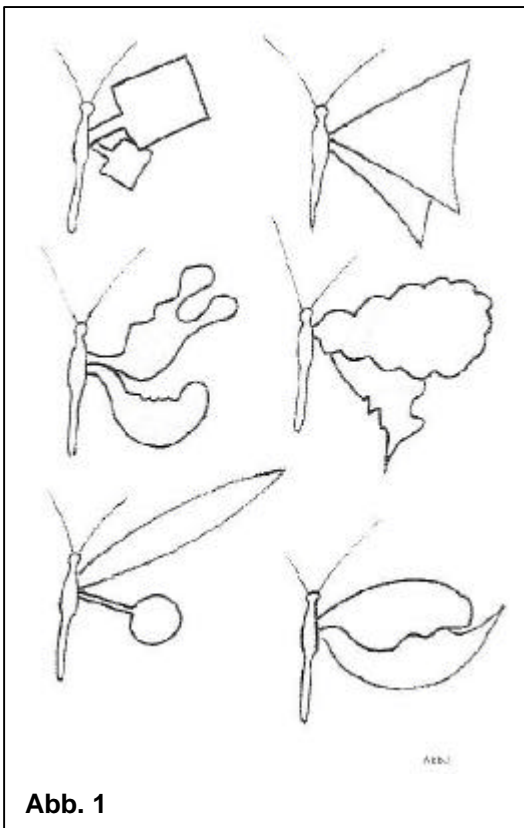


Abb. 1

Ohne den Spezialbaustoff Chitin für das Skelett und als superleichtes Flügelmaterial hätte sich kein Schmetterling je in die Lüfte erhoben oder wäre gar ein Meister des Fluges geworden. Wie fliegt ein Schmetterling?

Am leichtesten müssten es eigentlich die ganz kleinen Schmetterlinge haben, deren Körpermasse im Verhältnis zu ihrer Körperoberfläche sehr klein ist; sie schweben ja geradezu in der Luft. Bei der Fortbewegung haben sie es aber am schwersten sie müssen mit Hilfe von Feder- und Borstenflügeln (Abb.3f) durch die zähe Luft rudern, ähnlich wie

Wasserflöhe durch das Wasser.

Größere, ursprünglich entwickelte Schmetterlinge wie die Urmotten (Abb.3a) bewegen Vorder- und Hinterflügel unabhängig voneinander. Weiter entwickelte Falter schwingen ihre Vorder- und Hinterflügel als Einheit, wodurch die Flugleistung bedeutend verbessert wird. Falter vom Weißlings- oder Nymphalidentypus (Abb.3b) mit ihren großen, breiten, ungefähr gleich großen Flügeln zeigen den bekannten langsamen Flatterflug. Bei den Ritterfaltern (Abb.3c) bilden Vorder- und Hinterflügel eine große Gleitfläche, deren Funktion oft noch von langen, bandförmigen Flügelnanhängen unterstützt wird. (So sind also auch die hübschen kleinen "Schwänzchen" des Schwalbenschwanzes an den

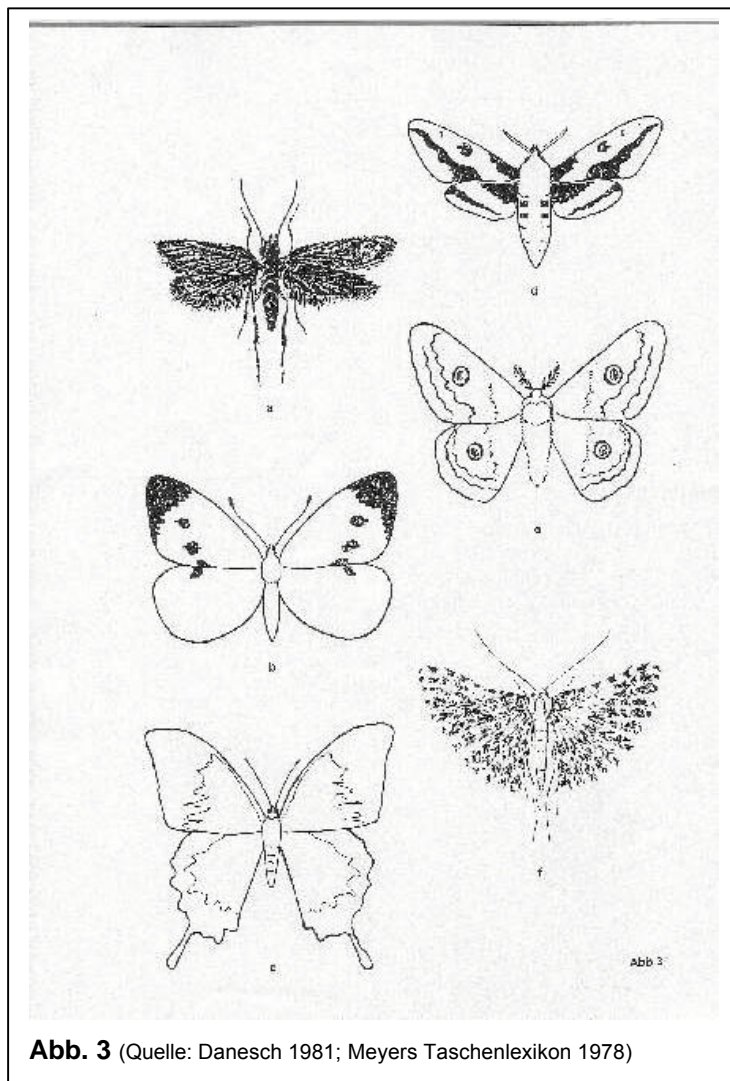


Abb. 3 (Quelle: Danesch 1981; Meyers Taschenlexikon 1978)

Hinterflügeln keine Verzierung, wie ich zuerst vermutete) Die Schwärmer mit ihren schmalen, ungleich großen, "elegant" geformten Flügeln beherrschen den Schwirrflyug in vollkommener Weise (Abb.3d, Tafel 1).

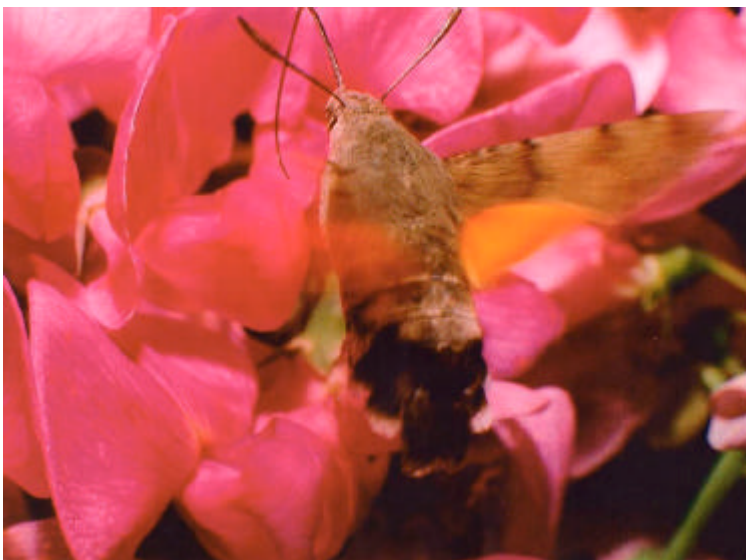
Die Flugweise ist von der Flügelform nicht zu trennen. Jede Konstruktion funktioniert auf die für sie naturgesetzlich mögliche Weise. Einfache Flügel erlauben einen primitiven Flug, "hochgezüchtete" Flügel einen ausgefeilten.

Dieses Zusammenspiel von Bau und Funktion hat mein Schönheitsgefühl angesprochen, so dass ich ein ästhetisches Wohlgefallen "vor aller Erkenntnis" empfunden habe. Wie kann ein Biologe behaupten, der Schönheitssinn habe nichts in der Biologie zu suchen? Nun ist es an der Zeit, meine Schönheitskriterien anzuwenden. Ich beginne mit der *Symmetrie*. Die Schönheit eines Schmetterlings hängt von seinem spiegel-symmetrischen Bau ab. *Muss* ein Schmetterling symmetrisch gebaut sein? Existiert diese Symmetrie, weil Asymmetrie ungünstig, ja schädlich, ist?

Ist die *Schönheit* am Ende nur ein Ergebnis, eine Folge oder Begleiterscheinung der Aufgaben, die der Körper zu erfüllen hat?! Ist es notwendig, dass ein Schmetterling Schönheit besitzt, damit er existieren kann?

Gilt die Gleichung: Schönheit = Zweckmäßigkeit?

Flugzeugflügel und Schmetterlingsflügel zeigen gewisse Ähnlichkeiten. Beim Fliegen herrschen die Gesetze der Aerodynamik und das ökonomische Prinzip des minimalsten Energieaufwandes. Warum sind gerade die Schmetterlingsflügel besonders schön, die



Tafel 1

extreme Anforderungen erfüllen?

Ist Schönheit Funktion?

Ist es diese Einheit von faszinierendem Bau und dazugehörigem Zweck, diese Ordnung und Klarheit, die wir - ohne nachzudenken - erfassen und schön finden?

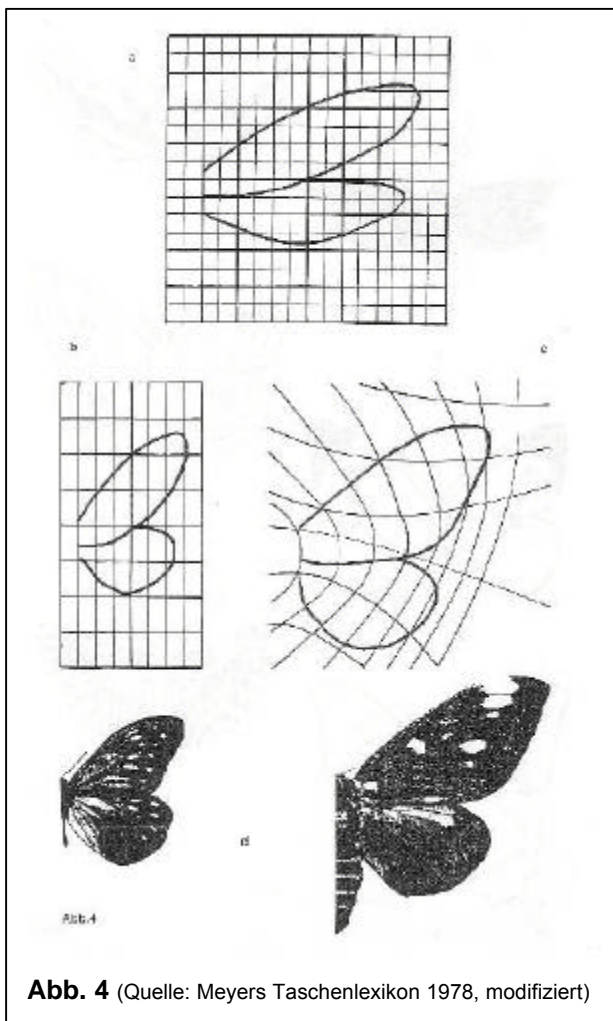
Auf einer Abbildung finde ich ein gelblich-schwarz gesprenkeltes Tier ohne Flügel. Offensichtlich "fühlt" es sich auch ohne sie "wohl". Es braucht keine Flügel,

es muss nicht fliegen. Sein Körperbau entspricht seiner Lebensweise, hat seine angemessenen Funktionen. Woran liegt es, dass solche Schmetterlinge - bei denen offensichtlich ebenfalls Bau und Funktion eine Einheit bilden - nicht eine Spur von Schönheit an sich haben?

Mit der Formel: "Zweckmäßigkeit = Schönheit" ist es nichts: Schönheit ist primär keine Frage der Funktion oder Nützlichkeit. Ich muss aufs neue nachdenken. Dem Geheimnis der Schönheit ist nicht so einfach auf die Spur zu kommen!

2.1.2 Steckt Mathematik in den Flügeln?

Wenn ich einen exakt spiegel-symmetrischen Schmetterling darstellen will, kann ich ein rechtwinkliges Koordinaten-Gitter benutzen, in das ich die Falter-Umrisslinie hineinzeichne (Abb.4a). Deformiere ich dieses Gitter, indem ich die Abstände der Koordinaten ändere, ändert sich auch die Gestalt des gezeichneten Schmetterlings (Abb.4b). Wenn ich den Abstand der Koordinaten ändere oder die Koordinaten krümme, bekomme ich andere, überraschende Formen (Abb.4c). Erstaunlich ist, dass ich oft nicht irgendwelche Phantasiegestalten erhalte, sondern Umrisslinien von Schmetterlingen, die man unschwer in der Natur wiederfindet (Abb.4d). Geht es hier um die Veränderung einer gemeinsamen Ahnenform? Es handelt sich um unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten der Zellen der verschiedenen Bereiche (Allometrie). Die Entstehung der Form und der Zusammenhang zwischen den Form-



Ursachen und der Verwandtschaft sind aber noch unzureichend erforscht. Die Metrik der lebenden Ordnung ist voller Widersprüche, das Problem der Gestalt ist ungelöst. Was die Biologie dringend brauchen könnte, ist eine Theorie der morphologischen Grundlagen, eine Theorie der Formentstehung.

Wie sind die harmonischen Körper - *Proportionen* meiner Schmetterlinge erklärbar? Sind bestimmte, in der Natur vorhandene Zahlen-Verhältnisse, mathematische Beziehungen

die Ursache der Harmonie der Körper? Auf den ersten Blick sind die Proportionen sehr ausgewogen; sowohl die Größen-Verhältnisse der einzelnen Körperteile untereinander als auch die Verhältnisse der einzelnen Körperteile zur Gesamt-Größe "stimmen". Stehen die einzelnen Glieder in einem besonderen Zahlen-Verhältnis zueinander? So sehr ich auch messe und rechne - ich kann keine auffälligen Verhältnisse entdecken.

In einem Buch hat ein Architekt die Körperlänge, die Flügelbreite und -länge einiger Falter ermittelt und die Messwerte zueinander in Beziehung gesetzt. Er kommt zu dem Ergebnis, dass die Quotienten aus Längen und Breiten den Intervallen der diatonischen Tonleiter, besonders der Quinte, der Quarte und Oktave, entsprechen. Außerdem fand er Zahlen der Fibonacci-Reihe und des "Goldenen Schnitts".

Die Vorderflügel vieler Schmetterlinge, besonders die vorderen Flügelkanten fallen durch besondere Schönheit auf. Die Form der Schwärmerflügel erinnert mich an eine Zeichenschablone, mit der man eine Potenzfunktion darstellen kann. Die Flügel-Vorderkante stimmt über weite Teile mit der Schablone so gut überein, als wäre sie mit ihrer Hilfe gezeichnet worden! Auch die Tagfalterflügel erinnern an die Darstellung mathematischer Funktionen. Ich lege einen Schwärmerflügel mit der Spitze nach unten in ein Koordinatensystem. Er ähnelt der Kurve der speziellen Potenzfunktion $y=x^2$, ein anderer der Funktion $y=e^x$. Man kann mathematisch zeigen, dass es nichts Regelmäßigeres gibt als eine e^x -Funktion. Man kann aber auch - ohne viel nachzudenken und Mathematik zu betreiben - fühlen: Diese Flügelkante ist so schön - schöner geht es nicht!

Was hat es zu bedeuten, wenn die charakteristischen Eigenschaften einer mathematischen Beziehung im Flügelbau wieder auftauchen? Sind die Schmetterlinge schön, weil diese harmonischen Verhältnisse tatsächlich in ihren Flügeln existieren? Stecken diese Zahlen und Proportionen, diese Ordnungen, Gesetzmäßigkeiten und Harmonien unabhängig von unserem Denken in den Lebewesen? Können wir sie dort mit Hilfe der Mathematik finden? Wieso passt die Mathematik so gut auf die reale Natur? Die Antwort: Weil sie von Menschen zu diesem Zwecke entwickelt wurde. Wir können verallgemeinernde Prinzipien finden, um unsere Welt zu vereinfachen, zu komprimieren, zu rationalisieren. Nicht die Schmetterlinge sind "mathematisch" - sie werden es erst durch unsere Messungen, durch den Vergleich mit Skaleneinheiten und Zahlenangaben, durch die Anwendung der Mathematik auf sie. Wenn ich mein Kurvenlineal $y=x^2$ an den Vorderflügelrand anlege, kann ich beide Kurven stellenweise, aber nicht vollständig, zur Deckung bringen. Auch das Längen-Breiten-Verhältnis kann ich nur fast durch eine

Quarte oder Quinte ausdrücken. In der Natur existieren Gesetzmäßigkeiten, die oft nahe an die mathematische (=idealisierte) heranreichen. Heisenberg war der Meinung, die Mathematik sei die von allem Inhalt losgelöste Form oder Ordnung. Deshalb könne sie in der Realität eine entscheidende Rolle spielen, jede Kategorie darstellen. Die Mathematik sei das "Urbild der Schönheit der Welt", weil sie diese auf einfache Strukturgesetze reduziere, pflegte er zu sagen. "Die Natur ist mathematisch einfach. Das ist eben schön." (Ist Schönheit Einfachheit?)

Der Physiker nutzte neben seinem Verstand auch sein Schönheitsgefühl. Umgekehrt gibt es durch die mathematische Rationalität einen intellektuellen Zugang zur sonst nur gefühlten und geahnten Gefühlswelt des Schönen.

2.1.3 Farbstoffe bekommen Aufgaben

Gegen die Reize der Farben, das Lächeln der Natur, ist so gut wie niemand unempfindlich. Neben den Mustern tragen die *Farben* der Flügel das Meiste zur Schönheit der Schmetterlinge bei.

Ich betrachte einen Ornithoptera-Flügel unter dem Mikroskop und sehe, was dem Auge normalerweise verborgen bleibt: Überirdisch-irdische Schönheit, tausende bunte Gobelinstitute, die Flügelschuppen. Diese haben selbst auch schöne Formen. Sie haben sich in grauer Urzeit aus Haaren entwickelt, besitzen jetzt aber einen höchst komplizierten Bau: sie bestehen aus oberen und unteren flächigen Wänden, die in Sandwich-Bauweise durch stützende Stäbchen miteinander verbunden sind. Sie liegen, mehr oder weniger regelmäßig, dachziegelartig neben- bzw. übereinander. Da eine Schuppe nur ca. 0,1 mm lang und 0,05 mm breit ist, haben auf einem Quadratmillimeter der Flügelfläche 200 bis 600 von ihnen Platz, auf einem Flügel sind es 1,5 Millionen. Die Farbeffekte werden durch Pigmentfarben oder durch Interferenzfarben erzeugt. Pigmentfarben sind Farbstoffe, die als feine Körnchen in das Chitin der Schuppen eingelagert sind (wie beispielsweise das schwarze Melanin oder das gelbe Xanthopterin). Sonnenlicht ist aus verschiedenen Spektral-Farben (Wellenlängen) zusammengesetzt. Wenn es auf einen Farbstoff fällt, verschluckt dieser Lichtanteile bestimmter Wellenlängen; der nicht absorbierte Anteil wird zurückgeworfen. Jede Schuppe besitzt nur einen Farbstoff. In der Regel kommen bis zu fünf verschiedene Schuppenfarben auf einem Flügel vor. Da wir die einzelnen Schuppen nicht sehen können, entsteht für uns durch das Mosaik der vielen nebeneinander

liegenden Schuppen, ein farblich umfangreicher Gesamteindruck (ähnlich wie beim Farbfernsehen).

Die herrlich metallisch glänzenden Flügel, die irisierenden Regenbogenfarben, das Blau der Morphofalter (Tafel 2) oder die je nach Lichteinfall wechselnden Farben der Urania-



Tafel 2

Schmetterlinge sind das Resultat der Lichtstrahlen in den sog. Schillerschuppen. Trifft Sonnenlicht auf die Lamellen dieser Schuppen, werden die unterschiedlichen Wellenlängen verschieden stark aus ihrer Richtung abgelenkt ("gebrochen"). Die nun getrennten Strahlen werden an der nächsten Lamelle z.T. reflektiert,

z.T. noch einmal gebrochen, dann an der nächsten Lamelle teilweise reflektiert usw.; jedes Mal gelangt ein Teil des Lichtes in die Umgebung. Einige der Strahlen treffen nach der Reflexion wieder aufeinander, nachdem sie verschiedene Wege zurückgelegt haben und schwächen oder stärken sich in ihrer Intensität ("Interferenz"). Es entstehen Mischfarben, deren Farbeindruck vom Einfallswinkel des Lichts und vom Blickwinkel des Betrachters abhängen. So kommen die lebhaften, ständig wechselnden und überraschenden glänzenden Metallfarben zu Stande; deshalb funkeln und blitzen und schillern die Flügel, wenn der Falter sich bewegt oder wir unseren Standort ändern. Es gibt Flügelstellen, wo normale Schuppen und Schillerschuppen nebeneinander vorkommen; in diesem Fall entstehen besonders eindrucksvolle Farbwirkungen. Was ist von dem Farbengeheimnis meiner Schmetterlinge übrig geblieben? Farben entstehen auf physikalisch und chemisch erklärbarer Weise; sie sind ein komplexes Zusammenspiel von Materiestrukturen und Licht.

Aber welchen Nutzen haben die Schmetterlinge von diesen Farben?

Ich kann mir schon vorstellen, was mein Biologe sagen würde:

- Ursprünglich handelt es sich bei allen Pigmenten um giftige Abfallprodukte des Stoffwechsels.
- Sie wollen damit doch nicht behaupten, die Flügel seien dazu da, um auf ihnen Exkreme abzuladen!
- Die Flügel waren anfangs nur Hautausstülpungen, die nichts mit dem Fliegen zu tun hatten. Es ist sinnvoll, Stoffe dort abzulagern, wo sie am wenigsten Schaden anrichten konnten.
- Die Farbstoffe hatten also ursprünglich gar keine Farb-Funktion - sie waren nur zufällig farbig?
- Ursprünglich (so würde er seelenruhig entgegen) hatten die Farben der Schmetterlinge als Farben so wenig eine Aufgabe wie die des Herbstlaubes oder die eines Regenbogens.

Die heute lebenden Schmetterlinge brauchen dunkle Pigmente, wie das Melanin, um fliegen zu können. Sie erreichen die für den Flug notwendige Körpertemperatur (30 bis 40°C) durch Sonnenbaden. Beim "Absorptionssonnen" treffen die Wärmestrahlen direkt auf die Flügel, die die Wärme an den Rumpf weiterleiten; je nachdem, ob die Farbe der Flügelober- oder der -unterseite geeigneter ist, breitet der Falter die Flügel aus oder klappt sie zusammen. Beim "Reflexionssonnen" wird die Wärmestrahlung von den oberen Flügelabschnitten auf den Rumpf reflektiert; dabei lenken helle Flügelabschnitte mehr Energie auf den Rumpf als dunkle. Nun gibt es Arten, die beim Sonnen ihre Flügel weit aufklappen, und andere, die mit den Flügeln ein schmales V bilden. Bei ersteren haben die Flügelaußenränder keinen, bei den zweiten großen Einfluss auf die Reflexion. Die einen haben dunkle Flecken auf den Flügelrändern, die anderen sind hier hell gefärbt. Alle abgebildeten Arten sind außerdem noch Absorptionssonnen und besitzen dunkle Flügelansätze; bei den aus kälteren Gebieten (größerer Höhe) stammenden Faltern sind diese sehr dunkel. Haare und Schuppen und ihre eingelagerten Pigmente schützen einen Schmetterling aber auch gegen starke Sonneneinstrahlung, besonders gegen die schädlichen ultravioletten Strahlen.

2.2 Gibt es ein Formbildungsprinzip des Lebenden?

2.2.1 Organische Muster

Nun ist es an der Zeit, die Fragen "Wie sind die Schmetterlinge und ihre schönen Flügelmuster auf natürliche Weise zustande gekommen?" und "Welche Kräfte sind dafür verantwortlich?" zu beantworten.

Ich vergleiche ein Muster aus der unbelebten (anorganischen) mit einem aus der belebten ("organischen") Natur. Ersteres finde ich in einem Achat, einem feinkristallinen Quarzaggregat, letzteres ziert den Flügel eines Osterluzeifalters.

Auf den ersten Blick haben beide eine gewisse Ähnlichkeit. Wenn man genauer hinsieht, bemerkt man die Unterschiede. Das Achat-Muster ist Bestandteil eines unproportionalisierten Gesteinsklumpens; es ist unregelmäßig, sieht aus, wie zufällig entstanden. Das Schmetterlingsmuster befindet sich auf einem Körperteil und erinnert eher an ein Kunstwerk: es ist "ordentlich", exakt, wie nach einer Vorlage ausgeführt. Den Achat gibt es auf der ganzen Welt so nur ein einziges Mal. Jedes Flügelmuster existiert (spiegelsymmetrisch) zweimal und millionenfach in (fast) identischen Kopien. Kristalle sind die komplexesten Gebilde in der anorganischen Natur. Ein Quarzkristall ist ganz regelmäßig, gleichförmig, geometrisch aufgebaut; ein starrer, hochgeordneter, unflexibler Komplex.

Ich stelle mir vor, wie ich durch die endlosen Hallen eines solchen Kristalls wandere: Alles, was ich sehe, ist eine ständige Wiederholung des ewig Gleichen in seelenloser Monotonie. Wenn wir die Atome auch nicht sehen können, so können wir uns ihre Ordnung doch an Bildern ihrer Beugungsschatten verdeutlichen.

Bereits auf dieser einfachen Stufe gibt es Schönheit; eine Schönheit allein durch Ordnung (und eine Schönheit ohne jegliche Funktion).

Gehorchen alle diese sich zusammenfügenden Atome einem übergeordneten Gesetz der Form? Es ist umgekehrt: die Gestalt der Kristalle entsteht durch die Anordnung der Atome; anziehende, "konservative" Kraftwirkungen sind die Ursache für ihre Fixierung. Auch die Moleküle, aus denen sich die Schmetterlinge zusammensetzen, sind aus sich vereinigenden Atomen aufgebaut. Aber sind nicht Lebewesen etwas Einmaliges, etwas prinzipiell anderes als tote Gegenstände? Hier geht es um eine höchst sonderbare Sache, um *lebende* Schönheit. Hier muss ich nun nicht mehr und nicht weniger verstehen als das

Wunder, wie aus "toten" Atomen lebendige, atmende Körper und an ihnen Flügel entstehen konnten und wie auf ihnen alle Herrlichkeiten dieser Welt!

Organische Muster nehmen eine Mittelstellung ein: ihre Elemente irren weder völlig willkürlich herum (wie z.B. die der Teilchen in einer Schmelze), noch bilden sie starre Muster ohne jegliche Freiheit (wie in einem Kristall). Lebende Muster sind etwas Dynamisches, ständig Werdendes und Vergehendes. Sie sind strukturiert und differenziert und bestehen nicht aus einem x-beliebigen Material. Organische Stoffe sind sehr viel komplexer als anorganische Stoffe. Die Anzahl der unterschiedlichen atomaren Bausteine ist zwar nicht sehr groß, dafür besitzen aber die maßgeblichen Kohlenstoffatome ganz besondere Eigenschaften, die es ihnen ermöglichen, sich zu umfangreichen "Makromolekülen" zusammen zu schließen. Die Atome in solch einem Molekül sind nicht regelmäßig (periodisch) aufgereiht, sondern ganz unterschiedlich - aber nicht willkürlich - angeordnet. Dadurch nehmen die Makromoleküle (hsl. Eiweißmoleküle) bestimmte komplexe räumliche Strukturen an. Durch Windungen, Knäuelungen und Änderungen der Konfiguration kommen auf diese Weise zusätzliche, vielfältige Eigenschaften zustande, die spezifische Funktionen ermöglichen.

Dass ein solch komplexes organisches Molekül durch zufälliges Aneinanderreihen von Atomen entstehen soll, kann ich mir nun beim besten Willen nicht vorstellen. Und wenn es schon unmöglich ist, dass Biomoleküle durch Zufall zu Stande kommen, wie unmöglich muss es erst sein, dass auf diese Weise Zellbestandteile und schließlich Zellen entstehen. Und wie unmöglich muss es dann sein, dass durch richtiges Zusammenstellen von Zellen lebende Wesen samt ihren Mustern entstehen!

Wie ich es auch wende, es bleibt nur ein (mir noch unbekanntes) Formprinzip des Lebens als Erklärung übrig.

2.2.2 Ordnung aus Ordnung

Wer ist der geheimnisvolle Steuermann, der unsichtbare Regisseur hinter den Kulissen?

Wer gibt die Instruktionen, wie die Moleküle zu Makromolekülen, diese wiederum zu Zellen, zu Geweben, zu Organen, zu Organismen zusammengesetzt werden müssen?

Es existiert eine Instanz, die plant und bestimmte Ziele verfolgt. Sie steuert nicht nur den Aufbau des Körpers und die Lebens-Vorgänge, sondern auch Prozesse wie die Entwicklung vom Ei bis zum fertigen Insekt (Imago), die Brunst oder die Wanderungen der Schmetterlinge.

Aristoteles hatte die Entwicklung eines Schmetterlings beobachtet. War ihm dabei vielleicht der Gedanke gekommen, alles müsse nach festen Regeln vorgeplant sein und entwickle sich auf ein vorgegebenes Ziel hin (teleologische Vorgänge)?

Heute wissen wir, dass es sich hier um teleonomische, d.h. programmierte, informationsgesteuerte Prozesse, Vorgänge und Verhaltensweisen mit dem "Zweck" oder "Ziel" der Lebens- und Arterhaltung handelt.

Die dafür verantwortliche "Instanz" befindet sich in den Lebewesen selbst; wir bringen sie bei der Geburt mit auf die Welt. Jedes Lebewesen trägt Pläne, genaue Programme und Instruktionen im Innern seiner Zellen mit sich herum; die Informationen liegen in der zweckmäßigen und komplexen Struktur von dafür besonders gut geeigneten Molekülen, in denen der Desoxyribonukleinsäure (DNS, engl. DNA) in den Chromosomen.

Das Erbmateriale! So viel ich weiß, ist die DNA nichts weiter als ein Stoff, wenn auch vielleicht ein sehr komplizierter. Kann die Schmetterlings-Schönheit lediglich auf einen Stoff reduziert werden?

Heute weiß jedes Kind, wie eine DNA aufgebaut ist: Man muss sich nur eine winzige, aber sehr "lange" Strickleiter vorstellen, die verdrillt ist (Doppelhelix); die Holme bestehen aus Zucker- und Phosphat-Resten, die Sprossen aus zwei miteinander verbundenen "Pflanzenbasen"; vier unterschiedliche Basen (Adenin A, Cytosin C, Guanin G und Thymin T) finden Verwendung. Trennen sich die zusammengehörigen Basen, wird der codogene Strang, der die Anweisungen für die Eiweißsynthese trägt, aktiv.

Die Basen selbst tragen keinerlei Information. Die Anweisungen sind in der *Reihenfolge*, in der die Basen aufeinander folgen, verschlüsselt. Aber sind die Naturwissenschaftler hier nicht hoffnungslose Reduktionisten, wenn sie erklären, all die Komplexität, Pracht und Vielfalt solle in einer so lächerlichen Reihenfolge wie die der "Pflanzenbasen" versteckt sein? Im Morsealphabet des Lebens bilden *drei* aufeinanderfolgende Basen (ein "Basentriplett") eine Informationseinheit, die z.B. für die Bildung eines Eiweißstoffes zuständig ist.

Kann ich in der Reihenfolge der Basen die *Ordnung* und *Komplexität* finden, nach der ich die ganze Zeit suche? Ergibt sich hier die Chance, an den Ursprung der Natur-Schönheit heranzukommen?

Ordnung heißt soviel wie Regelmäßigkeit innerhalb vorhandener Unterschiede, vielleicht auch das Vorhandensein von Elementen an gewissen Stellen. Was aber ist Komplexität? Der *Komplexitätsgrad* ist abhängig von der Anzahl und Anordnung der unterschiedlichen Elemente in einem System. Nur ein "aperiodischer Kristall" von nicht zu geringer Länge

(wie er von dem Physiker Schrödinger noch vor ihrer Entdeckung für die DNA vorhergesagt wurde) kann die nötige Informationsmenge tragen. Man kann mathematisch zeigen, dass eine kurze Folge wie z.B. ACAC (1) eine geringere Komplexität als eine längere Folge ACACACAC (2) hat; eine (zufällige) ungeordnete Folge AAACACCA (1) hat eine größere Komplexität als eine gleichlange, periodische (alternierend geordnete) Folge (2).

Nun wird mir auch klar, dass die Bedeutung der Nukleinsäuren nicht in ihrer Stofflichkeit zu suchen ist - die DNA ist ein Informations-Träger par excellence.

Sie ist ein so komplexes Gebilde, dass die Anordnung ihrer Bestandteile nicht durch Zufall zu Stande gekommen sein kann (das kann man aber weder mathematisch beweisen noch physikalisch sinnvoll ableiten). Trotz intensiver Untersuchungen konnten bis heute keine aufschlussreichen Regelmäßigkeiten in den Basenanordnungen gefunden werden. Es handelt sich um ein natürliches Informationssystem, das sich von selbst, d.h. ohne Konstruktion und Instruktion durch Informationssysteme höherer Stufe, im Verlauf einer natürlichen Evolution entwickelt hat (man kann aber mathematisch auch nicht widerlegen, dass übergeordnete Instanzen im Spiel waren - aber es gibt genug Anhaltspunkte, nach der die erste Deutung vorzuziehen ist).

Die DNA-Struktur stellt zwar bereits ein Muster dar, aber die mich interessierenden - weil sichtbaren - Formen entstehen frühestens in Form von Eiweißstoffen bei der Proteinbiosynthese. Nun kann man aber die Strukturen der DNA und der Proteine einander nicht zuordnen; die morphologische Struktur der Organismen ist damit kein Spiegelbild der auf dem Genotyp gespeicherten Anweisungen. Die DNA enthält nur den Code, welche Proteine aus den Aminosäuren, die bereits als Baumaterial vorliegen, zusammgebaut werden (wie dann die charakteristischen Endformen entstehen, ist noch weitgehend unbekannt).

Wenn ich frage, wie die DNA das *erste Mal* entstanden ist, stelle ich die nicht geringere Frage als die nach der *Entstehung des Lebens*. Hier handelt es sich um einen historischen Prozess ohne Zeitzeugen. Wir wissen nicht, wie das Leben entstanden ist. Aber wir wissen, wie es entstanden sein könnte. Zuerst mussten die komplex gebauten, Leben ermöglichenden Stoffe entstehen. In unterschiedlichen Experimentierreihen kann man simulieren, wie sich im Labor entstandene Aminosäuren unter quasi präbiotischen Umweltbedingungen von selbst zu Vorläufern der Eiweißstoffe (Protenoide) zusammenschließen! Auch die Nukleinsäuren synthetisieren sich aus energiereichen Molekülen durch Autokatalyse in Selbstorganisations-Vorgängen und lernen, sich selbst

zu verdoppeln ("identische Reduplikation oder Replikation"). Diese chemischen Vorgänge können vor ca. vier Milliarden Jahren in einer "übelriechenden Brühe", der sog. "Ursuppe" stattgefunden haben. Bei allen diesen Prozessen müssen wir von kleinen Zufallsereignissen ausgehen, an die sich - im Verlaufe einer langen Zeit - andere Zufallsereignisse anschlossen. Man kann sich zwei noch kurze Molekülketten vorstellen, die sich früher oder später zu einer etwas längeren vereinigen. Früher oder später schlossen sich zwei solcher Ketten zusammen. Nun war ein Molekül entstanden, dessen Entstehungs-Wahrscheinlichkeit äußerst unwahrscheinlich war (hätte man eine Voraussage treffen müssen).

Ich verstehe, dass sich auf diese Weise irgendwelche Ketten gebildet haben. Aber weshalb gerade die "richtigen"?

Es gab Moleküle, die nicht so schnell zerfielen wie andere; nur sie konnten weiter "wachsen". Irgendwann muss es passiert sein, dass sich solche stabilen Ketten zu einem größeren Komplex zusammenschlossen. Ihre Bauteile gerieten in eine so innige Beziehung zueinander, dass sie gegenseitige Vorteile aus diesem Zusammenschluss ziehen konnten. Es handelte sich wahrscheinlich um ein komplexes Reaktionssystem, einen sog. Hyperzyklus, um einen gigantischen Reaktionszirkel aus sich gegenseitig fördernden Amino- und Nukleinsäuren. An einigen geschützten Stellen sammelten sich primitive Proteinoide und noch ganz einfache, relativ kurze Nukleinsäureketten an. Letztere konnten sich bereits selbst verdoppeln und erwarben die Fähigkeit, ein Programm für eine Proteinsynthese zu verschlüsseln; sie bewahrten, wie Datenbanken, die nützlichen Informationen.

Nur die "brauchbaren" Verbindungen "überlebten"; alles andere fiel der Vergessenheit anheim. Die spontane Entstehung von Nukleinsäureketten könnte sich in geschützten Räumen (Kompartimenten) abgespielt haben. Der Übergang von der nicht durch Nukleinsäuren beeinflussten primitiven Proteinsynthese zur durch Basensequenzen der Nukleinsäuren instruierten Bioproteinsynthese innerhalb primitiver Zellen kann als Übergang vom unbelebten zum belebten Organisationszustand angesehen werden. Bei der Verdoppelung der Nukleinsäuren gab es aber immer einmal Ablesefehler durch systeminterne thermische Schwankungen (Quanten-Vorgänge). An nicht vorhersehbaren Stellen änderten sich die Basensequenzen, was in fast allen Fällen eine Verschlechterung bedeutete. Ganz wenige Änderungen erwiesen sich als bessere Kodierungen. Das war nicht nur ein Vorteil, sondern eine Voraussetzung für die weitere Entwicklung, denn

fehlerloses Ablesen hätte zwar Sicherung des Bisherigen, aber gleichzeitig Stagnation bedeutet.

So also muss ich mir die erste Entstehung *von biologischer Ordnung* (und damit Schönheit) vorstellen! Die Deutung der Lebens- und Ordnungsentstehung durch Wettbewerb der Moleküle ist eine überzeugende, wenn vielleicht auch ein wenig desillusionierende Erklärung.

2.2.3 Lebende Schönheit

Um lebende Muster zu verstehen, muss ich verstehen, was ein "Lebewesen" ist. Jeder weiß, dass Schmetterlinge, Pflanzen und Menschen Lebewesen sind, Kristalle, Feuer und Wasser aber nicht. Das ist aber noch keine Erklärung. Lebewesen bewegen sich aus eigener Kraft, könnte man argumentieren, haben einen Stoffwechsel, sie atmen, wachsen, reagieren auf ihre Umwelt, pflanzen sich fort und sterben. Es gibt aber so vieles, was sich bewegt, was "wächst" und Stoffwechsel und Reaktionen auf die Umwelt zeigt. Und gibt es nicht schon Roboter (oder "Computerviren"), die in der Lage sind sich selbst zu vervielfältigen? In der Biologie kennzeichnen alle diese Kriterien ein Lebewesen aber nur, wenn sie alle gemeinsam auftreten und einen sehr hohen Stand der Perfektionierung erreicht haben.

Wenn man will, kann man sich ein Lebewesen, einen Organismus, annäherungsweise wie ein riesiges Industrieunternehmen oder gigantisches Warenhaus vorstellen. Es handelt sich um ein höchst komplexes System, das in viele hierarchisch voneinander abhängige Untersysteme gegliedert ist und in dem alle diese Ebenen durch komplizierte Steuerungs- und Rückkoppelungsmechanismen miteinander verbunden sind. So entsteht eine Wechselwirkung zahlreicher Variablen, die alle (zugleich) Ursache und Wirkung sein können. Einerseits bestimmt das Ganze das Verhalten seiner Teile und die Funktionsweise aller Komponenten ist von der Gesamtorganisation abhängig ("Makrodeterminiertheit"). Andererseits wirken die Gesetzmäßigkeiten der unteren Stufen bis in die höchste Stufe hinauf.

Von einer gewissen Komplexitätsstufe an kommen wie durch Zauberei auf jeder Ebene neue, komplexere Systemeigenschaften hinzu, die nicht aus einer Addition der Eigenschaften der Teilsysteme resultieren ("Emergenz"). So kann man verstehen, weshalb ein Organismus "lebt", während man an den Atomen, aus denen er besteht, nicht das geringste Lebenszeichen entdecken kann. Die neuen Qualitäten sind also nicht schon

in den Teilen unsichtbar oder unmerklich vorhanden. Das Ganze ist hier mehr als die Summe seiner Teile. Kant kam mit den Lebewesen nicht zurecht, weil er sie lediglich von ihren Teilen her bestimmen wollte.

Andererseits aber sagte er sich vielleicht: Man kann das pulsierende Leben, die Schönheit der Schmetterlingsflügel nicht nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten erklären. Was bliebe auch vom Leben, wenn es sich nicht vom Unbelebten unterschiede! Lebewesen gehorchen besonderen Gesetzen!

In Wahrheit richten sich alle Lebens-Vorgänge prinzipiell nach den gültigen Naturgesetzen - warum sollten diese denn plötzlich außer Kraft gesetzt worden sein? (Auch Makrodeterminiertheit und Emergenz sind nichts typisch Organisches; wir finden solche Erscheinungen überall in nicht lebenden Systemen, beispielsweise beim Radio).

Was aber bedeutet Leben? Die Biologie kennt keinen solchen Forschungsgegenstand. Sie beschäftigt sich lediglich mit den *Lebenserscheinungen*. Wie unterscheiden diese sich von anderen Phänomenen? Wegen der unglaublichen Vielfalt an Lebenserscheinungen ist auch deren Definition nicht ganz einfach. Zudem sind die Übergänge zwischen Belebtem und Unbelebtem fließend.

Lebewesen sind also nur physikalische Objekte höchster Komplexität? Wenn man mit Physik so etwas wie Mechanik meint, lautet die Antwort: Nein. Lebewesen sind keine Maschinen im landläufigen Sinne. Sie sind autonom arbeitende, sich selbst herstellende, organisierende und erhaltende Systeme; sie selbst sind das Produkt ihrer Prozesse; sie grenzen sich gegen die Umgebung ab und entwickeln eine eigene Dynamik (sie sind "autopoietisch").

Ich gieße mir etwas Milch in meinen Kaffee; nach und nach verschwinden die Schlieren, und der Kaffee nimmt eine einheitliche hellbraune Färbung an.

Bei den Lebenserscheinungen haben wir es mit einem Ordnungsproblem zu tun, das mit Energieänderungen verbunden ist. In der unbelebten Natur geht ein Zustand größerer Ordnung *von selbst* in einen Zustand größerer Unordnung über, die "Entropie" (Maß für die Unordnung) nimmt zu (Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik). Ein physikalischer Körper erreicht über kurz oder lang die Temperatur seiner Umgebung; er befindet sich dann in einem "thermodynamischen Gleichgewicht" mit ihr. Diese Vorgänge sind irreversibel; ich kann die Milch nicht wieder aus meinem Kaffee herausrühren.

Wenn alles zur Unordnung strebt - wie konnte diese Welt sich so geordnet und gestaltet entwickeln? Täglich, stündlich bilden sich bewunderungswerte Formen, schlüpfen herrliche Raupen und wandeln sich zu noch schöneren Schmetterlingen...

Schon bei der Kristallbildung wird das "Unwahrscheinliche" Realität, es kommt zur Strukturbildung. Bei der Entstehung von Kristallen wird Energie abgegeben; das führt zu größerer Ordnung (Wärmezufuhr würde mehr Unordnung bedeuten). Der "Trick" dabei ist, dass die innere Ordnung durch umso größere *Unordnung* in der näheren Umgebung zu Stande kommt. (Der 2.Hauptsatz ist also nach wie vor gültig). Ein *Organismus* ist *hochgeordnet* und fortwährend gezwungen, seinen einmal erreichten, höchst "unwahrscheinlichen" Ordnungszustand gegenüber der Umgebung aufrecht zu erhalten; gelingt das nicht, muss er sterben. Im Unterschied zu einem toten Gegenstand befindet sich ein Lebewesen nicht in einem thermodynamischen Gleichgewicht mit seiner Umwelt. Tiere nehmen hochwertige Energie in Form von energiereicher Nahrung auf und wandeln sie in energieärmere Stoffe um. Bei diesen Vorgängen wird Wärme (also niedrigwertige, ungeordnete Energie) frei, welche die Organismen - und das ist das Entscheidende - ständig an ihre Umgebung abgeben ("dissipative" Strukturen)! So halten sie den komplexen Ordnungszustand in ihren Zellen aufrecht oder vermehren ihn sogar noch. Was sind die Lebewesen doch für höchst seltsame, einzigartige Geschöpfe! Sie sind nicht nur in der Lage, ihren unglaublichen Ordnungszustand zu bewahren, ja, ihn noch zu steigern und sie können das Ringen um so wenig Entropie wie möglich für sich gewinnen - sie zeigen dabei auch noch einen verblüffenden Formen- und Farbenreichtum, den sie selbst produzieren. Dabei handelt es sich nicht einmal um Wunder. Es gibt neben der eben geschilderten nämlich noch eine *andere Möglichkeit* für die Lebewesen, ihr thermodynamisches Ungleichgewicht zu bewahren bzw. ihre Entropie zu vermindern: Sie können *selbsttätig* und *spontan* die *komplexesten Muster* ausbilden ! Damit ist die *Entstehung der lebenden Komplexität* und *Ordnung* die *selbstverständlichste Sache* der Welt. Ordnung, Komplexität - und damit Schönheit - können unter bestimmten Bedingungen in der Natur *von selbst* entstehen - mehr noch, sie *müssen* unter den gegebenen Bedingungen zwangsläufig entstehen! Nach den Naturgesetzen kann es gar nicht anders sein (die Entropiezunahmetendenz in der Natur reicht für die Erklärung der Entstehung dieser Strukturen aus).

2.2.4 Ordnung aus dem Nichts oder: Wie Schmetterlingsflügelmuster entstehen

Bevor ein Schmetterling ein Schmetterling wird, muss er zunächst eine Entwicklung durchmachen. Dieses Verwandlungswunder beginnt mit einem (befruchteten) Ei (Zygote) und führt über das Raupen- und Puppenstadium zum fertigen Schmetterling. Die einzelnen Stadien haben kaum Ähnlichkeiten miteinander. Ich beobachte die Metamorphose eines Tagpfauenauges. Zunächst scheint es, als würde überhaupt nichts passieren. Tatsächlich aber müssen sich im Innern der Eier erstaunlich komplizierte Vorgänge abgespielt haben, denn später durchbrechen winzige Räumchen die Eischale. Im letzten Stadium verfärben sich die Raupen; sie fertigen auf der Blattunterseite ein kleines Gespinst, in dem sie ihr Hinterende befestigen und hängen sich mit dem Kopf nach unten. Ein letztes mal platzt die Raupenhaut auf der Rückenseite und wird abgestreift, zum Vorschein kommt eine helle starre Mumien-Puppe, deren Hülle nach und nach aushärtet und sich dunkel färbt. Die Entwicklung der Flügel beginnt schon im frühen Raupenstadium. Sie erscheint mir wie von langer Hand vorbereitet, sie richtet sich in allen Einzelheiten nach einem vorliegenden Plan. Es dauert lange, bis sich in den Gehäusen etwas regt. Dann sehe ich die Flügelmuster immer deutlicher durch die Puppenhülle schimmern. Schließlich ist es soweit; der große Moment, der alle Mühen der Beobachtung belohnt, ist gekommen: Am unteren Ende platzt die Hülle auf und ein Falter kämpft sich ins Freie. Er schiebt sich aus der Puppe heraus, anscheinend schon vollständig entwickelt; nur die Flügel sind noch sehr klein und sehen jämmerlich zerknittert aus. Bald aber strecken sie sich, scheinen zu wachsen, werden immer glatter und gespannter und härten aus. Da sitzt er nun in all seiner Pracht, mein Schmetterling, und rührt sich nicht. Schließlich zittern seine Flügel und er erhebt sich das erste Mal in die Lüfte ...

Die Fülle und Vielfalt der Schmetterlingsflügelmuster ist unerschöpflich; man sollte meinen, die Entomologen könnten sie niemals in ein System bringen. Tatsächlich aber haben sie fast alle diese Muster nach wenigen überschaubaren Regeln auf einem "Musterbauplan" zurückgeführt bzw. sie aus diesem "abgeleitet". Einige Forscher gingen dabei von dem "Siebenbindensystem" aus, das wir heute noch bei einigen einfach entwickelten Schmetterlingsfamilien finden. Zwei Forscher entwarfen ein sog. Nymphalidenschema, von dem sie drei Viertel aller Muster herleiten können. Die Flügelunterseiten des indischen Falter *Stichophthalma camadeva* kommen dem Grundschema besonders nahe. Beim Veilchenscheckenfalter finden wir das

Nymphalidenschema abgewandelt auf der Flügeloberseite wieder. Bei *Junonia lavinia* z.B. sind die Randaugen bis auf zwei nicht mehr ausgebildet. Bei einigen Nachtfalterarten ist der Diskoidalfleck zu einem mehr oder weniger umfangreichen, auffälligen "Auge" geworden. Es gibt unzählige andere Veränderungen bis zu solchen, die man nicht mehr ohne Spezialkenntnisse aus dem Grundschema ableiten kann (z.B. beim Bärenspinner). Ich betrachte die Flügelmuster mit wachsendem Interesse. Seltsamerweise verlieren sie nichts von ihrem Reiz, wenn man sie sich näher ansieht und sie miteinander vergleicht. Im Gegenteil, dieser Vergleich ist so anregend, dass ich nicht müde werde, immer wieder andere Falter nebeneinander zu halten und zu staunen, was alles so entstanden ist. Schmetterlingsflügel besitzen fast immer ein Muster; oft kann man zwei- oder mehrfarbige Flügel bestaunen. Wie aber können aus völlig homogenen Anfangsbedingungen (bei der Teilung der Zygote bekommen alle Zellen das gleiche Erbmaterial) die wunderbar strukturierten Muster entstehen? Woher wissen die einzelnen Schuppenbildungszellen der Flügel, welche Farbstoffe sie ausbilden müssen? Entomologen fanden heraus, dass das durch Hormone ausgelöst wird, die Gen-Aktivitäten auslösen oder unterdrücken. Der Rest ist *spontane Musterbildung* durch *Selbstorganisation*. Im Genom einer jeden Zelle befinden sich Anweisungen, wie die Schmetterlingsflügelmusterfarben gebildet werden müssen; es gibt aber keine Befehle darüber, *welche* Farbe gebildet werden soll und auch keine Angaben, wo (in welcher Schuppenbildungszelle) das geschehen soll. Es muss also eine Möglichkeit geben, lediglich eine ganz spezifische Information abzurufen. Um die verschiedenen Syntheseprozesse für unterschiedliche Farbstoffe in Gang zu setzen, müssen die entsprechenden Genabschnitte aktiviert, d.h. an- und ausgeschaltet werden (epigenetische Vorgänge). Entwicklungsphysiologen haben sich ein sehr brauchbares Modell ausgedacht, mit dem sich solche Probleme nach wenigen einfachen Regeln erklären lassen. Durch genetische Determination entstehen zwei Stoffe, ein seine eigene Produktion aktivierender und verstärkender ("autokatalytischer") Stoff mit geringer Diffusions-Reichweite und ein zweiter mit einer großen Reichweite, der die Synthese des ersten hemmen muss. Sie werden in sog. Fokussen auf den Flügeln gebildet und breiten sich von dort aus. Quantität (des Morphogens) wird in Qualität (die Farbe) umgesetzt: Hat der diffundierende Stoff eine bestimmte Konzentration erreicht, bilden die Zellen die eine, hat er eine bestimmte Konzentration überschritten, die nächste Farbe - bis die komplexesten Muster "wie aus dem Nichts" entstanden sind. So kann ein homogenes Gebiet in ein komplexes Muster gegliedert werden. "Einfach so", nur den Gesetzen chemischer Reaktions-Abläufe und Diffusionsgeschwindigkeiten gehorchend.

Man kann mit diesem Ansatz alle Muster deuten. Auch wenn das Gesamtmuster eines Flügels aus mehreren Teilmustern zusammengesetzt ist, kann es erklärt werden.

Nach einer Anweisung habe ich auf Gelatineplatten Silber-sal-z-Lösung in verschiedener Weise aufgetragen - nun haben sich unterschiedliche rotbraune Muster. Sie besitzen eine überraschende Ähnlichkeit mit Schmetterlingsmustern, die z.T. bis in kleinste Einzelheiten gehen. Ich gieße etwas Silikonöl in eine Glasschale und erhitze sie kräftig von unten. Eine Weile geschieht nichts besonderes. Dann geht ein Zittern durch die Flüssigkeit und - auf der Oberfläche erscheint ein geschlossenes Muster sehr schöner, fast gleichgroßer sechseckiger "Zellen". Woher kommt dieses Muster? Wie ist es in der vorher klaren, durchsichtigen Flüssigkeit erzeugt worden?!

Ich mische einige Chemikalien, gebe einen Farbindikator hinzu und schüttele die entstandene Flüssigkeit in eine flache Schale. In der rötlichen Brühe entsteht ein blauer Punkt, der sich immer mehr zu einer Scheibe ausweitet. Plötzlich wird in der Mitte der blauen Scheibe ein roter Punkt sichtbar, der sich zu einer roten Scheibe vergrößert und in dieser wieder ein blauer Punkt und so immer weiter, so dass sich rote und blaue konzentrische Ringe im Wechsel nach außen ausbreiten. Als er schließlich die Ringe mit Hilfe eines kleinen Spatels stört, nehmen sie andere Formen an. Es bilden sich herrliche Spiralen verschiedener Formen, und schließlich erscheint sogar noch die Zahl 8, die so ähnlich aussieht wie eine Ziffer der 88 auf der Flügelunterseite der Callicore-Schmetterlinge... Ich bin sprachlos vor Staunen. Kein Zauberer könnte mich mehr aus der Fassung bringen. Das ist das Erregendste aller Abenteuer, mitzuerleben, wie eine Struktur *aus dem Nichts* entsteht.

Was ist der Grund für die Entstehung von Ordnung, wo vorher keine Spur davon vorhanden gewesen ist?! In beiden Fällen spontaner Ordnungsbildung lösen kleinste Schwankungen (= Fluktuationen; Bewegungen weniger Moleküle bzw. Ionen, die als mikroskopische Vorgänge in einem System unmerklich ständig vorhanden sind) oder chemische Reaktionen einen spontan ablaufenden Massen-Prozess aus (der bereits von dem Mathematiker Turing berechnet und vorausgesagt wurde). Wenn die äußeren Einflüsse (Rahmenbedingungen) sich verändern, kann das vorher stabile System instabil werden. Irgendwelche zuerst in Bewegung gekommene oder durch chemische Vorgänge entstandene Teilchen spielen die Rolle eines "Ordnens", der das Verhalten aller Einzelteile bestimmt und jeden anderen Zustand unterdrückt. Der Strom schwillt immer mehr an und der neue Zustand des Systems wird sichtbar.

Niemand bringt diese Systeme dazu, die Muster zu bilden. Das System geht von selbst, nur durch die Eigenschaften seiner Atome/Moleküle, die zwischen ihnen wirkenden Kräfte und die Energiewechselwirkungen mit der Umwelt in einen strukturierten Zustand über. Es handelt sich also um spontane Ordnungsbildung, bei der die Ordnung nicht durch von außen einwirkende Kräfte oder gar durch ein abstraktes Ordnungsprinzip erzwungen wird. Auf diese Weise ist die Schönheit meiner Schmetterlingsmuster entstanden! Diese Musterbildung funktioniert auch im Labor, also ohne Genkontrolle. Haben die Gene denn gar nichts zur Musterentstehung beigetragen sie selbst besitzen doch eine charakteristische Struktur. Auch die Ordnung, die wir in den Genen gefunden haben, ist durch Selbstorganisations-Vorgänge in diese hineingekommen. Gene sind z.B. notwendig, um in ihnen die "erfolgreichsten" Verwirklichungen der Musterbildung zu speichern, durch sie kann das einmal Erreichte für die Biosynthese gesichert werden. Sie haben aber die Ordnung und Schönheit nicht von sich aus hervorgebracht; bei der Flügelmusterbildung legen sie nur für jede Art die charakteristischen Randbedingungen fest. Bei allen diesen Selbstorganisationsprozessen ist die Ordnung *von selbst* aus der Unordnung hervorgegangen. Und auch die Schönheit der Schmetterlingsmuster ist aus der Unordnung wie aus dem Nichts entstanden!

2.3 Die Evolution der Schönheit

2.3.1 Phylogenese

Ist es denkbar, dass für die Phylogenese, also für die stammesgeschichtliche Entwicklung durch die Jahrmillionen, ebenfalls so etwas wie ein Programm existieren könnte wie für die Ontogenese, die Entfaltung eines einzelnen Organismus?

Seit wann gibt es die Schönheit der Schmetterlinge? Irgendwann muss sie entstanden sein; man muss nur weit genug in die Vergangenheit zurückgehen. Waren die ersten Falter größer, bunter und prächtiger als unsere heutigen Arten? Schon sehe ich Riesenschmetterlinge durch urzeitliche Steinkohlenwälder flattern. Mit größter Wahrscheinlichkeit waren die Schmetterlinge der Vorzeit eher klein und unscheinbar, d.h. weniger farbenprächtig als die heutigen Formen. Noch heute existiert eine kleine Gruppe sehr primitiver, urtümlicher Falter, die Urmotten. Sie besitzen noch keinen Rüssel, sondern ursprüngliche, kauende Mundwerkzeuge; sie haben meist grüngolden und violett schimmernde oder beige, braun oder gelb gefärbte Flügel; die Hinterflügel sind noch federartig behaart. Die Wissenschaftler können zwar einen Stammbaum der Insekten

aufstellen, aber leider sind uns entsprechende Fossilien nur sehr spärlich überliefert, so dass wir nicht wissen, wie die Vorfahren der Schmetterlinge bzw. die "ersten" Schmetterlinge ausgesehen haben. Aus der Karbonzeit kennt man bereits hochentwickelte, geflügelte Insekten, von denen einige (oberflächlich betrachtet) Schmetterlingen ähneln. Erst aus dem Eozän und dem Oligozän sind uns relativ viele Formen erhalten geblieben.

2.3.2 Natürliche Auslese

2.3.2.1 Variationen

Die Grundbegriffe aus der Vererbungslehre, die ich zum Verständnis der Entstehung der Falter-"Schönheiten" brauche, kann ich mir an meinen eigenen Schmetterlingen klarmachen. In meiner Sammlung gibt es einige Raritäten, die ich besonders liebe. In einem Kasten befinden sich an die dreißig Exemplare des Bärenspinners. In der obersten Reihe sind alle Tiere, von weitem betrachtet, völlig gleich. In den anderen Reihen gibt es erstaunliche Varietäten.

Alle Tiere gehören zur gleichen Art. In der obersten Reihe befinden sich Geschwister; sie besitzen das gleiche Erbgut, aber es ist durch Rekombination (Neukombination) der Gene bei der Keimzellenbildung und Befruchtung verschieden angeordnet und konnte sich im Phänotyp unterschiedlich auswirken. Deshalb gibt es keine zwei völlig erbidentischen Exemplare (es sei denn bei eineiigen Zwillingen).

In anderen Kästen sind mehrere Falter einer Art, die die gleiche Form und Größe haben wie ihre Artgenossen, deren Zeichnungsmuster jedoch durch Braun-Färbung stark verdunkelt ist, aufgespießt (Melanismus).

Diese Variation trat eines schönen Tages überraschend bei einem Falter auf und wird seitdem auf die Kinder weitervererbt. Hier haben wir ein Beispiel einer spontanen und irreversiblen Änderung des Erbgutes, einer *Mutation*. Die Ursachen dafür können thermische Molekularbewegungen während der Transskription des Codes oder Umwelteinflüsse wie energiereiche Strahlung oder chemische Stoffe sein.

Die meisten Mutationen bewirken, dass sich ein Keim gar nicht erst entwickelt, weil die Zelle abstirbt. In seltenen Fällen können sie jedoch auch neue, lebensfähige, vielleicht sogar vorteilhafte Veränderungen hervorbringen. So kann diese Dunkelfärbung ihre Träger besser vor ultravioletter Strahlung schützen. Mutationen und Neukombinationen der Gene sind die einzige Möglichkeit, neue Erbinformationen und damit innovative Strukturen und Eigenschaften bei den Lebewesen hervorzubringen.

In einem dritten Sammlungskasten befinden sich zwei ganz unterschiedliche afrikanische Schmetterlinge, die eigentlich fast gleich aussehen müssten, denn beide gehören zur selben Art. Der obere ist die Regenzeit-, der untere die Trockenzeitform. So etwas ähnliches findet man auch bei uns in Form von Frühjahrs- und Sommergenerationen beim Europäischen Landkärtchen.

Daraus kann man erkennen, dass nicht nur die Erbanlagen bestimmend für das Aussehen eines Lebewesens sind. Die Gene kodieren lediglich die sog. Reaktionsnorm, die eine gewisse "Variationsbreite" innerhalb einer Art zulässt. Immer, wenn der Körperbau durch Umwelteinflüsse beeinflusst wird, spricht man von Modifikationen. Sie sind nicht erblich: Nach einer Regenzeit- folgt wieder eine Trockenzeitform.

Also kann auch die Umwelt für die Entstehung von Schönheit auf direkte Weise verantwortlich sein.

2.3.2.2 Sehen und Gesehen-Werden

a. Tarnen, Warnen und Schrecken

Obwohl ich die Rinde eines Baumes sorgfältig mit den Augen absuche, entdecke ich die darauf sitzenden Falter nicht sofort. Viele Schmetterlinge oder ihre Raupen sind auf solche Weise getarnt. Sie sehen entweder dem Untergrund ähnlich, sind durchscheinend oder ähneln Gegenständen ihrer Umwelt.

Auch mit grellfarbigen Mustern können Schmetterlinge überleben. Etliche Schmetterlingsraupen fressen giftige Pflanzenteile, viele besitzen "Dornen", Giftborsten oder die Schleimhaut reizende Brennhaare und sind auffällig gefärbt. Auch die Imagines können giftig sein. Sie tragen ein deutlich sichtbares Zeichnungsmuster, meist in den Farben schwarz, rot, gelb und/oder weiß. Unter den Nachtschmetterlingen sind besonders die Bärenspinner, die ihre Giftstoffe z.T. selbst synthetisieren, und die Widderchen zu nennen. Der Braune Bär zeigt bei Gefahr seine plakativen Hinterflügel und sondert aus Giftdrüsen ein stark riechendes giftiges Sekret ab. Alle diese Farbmuster warnen einen eventuellen Feind mit dem Signal: "Vorsicht! Ich bin giftig oder schmecke ekelerregend!". Die Feinde prägen sich nach einer unerfreulichen Begegnung die prägnanten Muster ein, und ihre Träger werden in Zukunft von ihnen nicht mehr behelligt. Etliche unauffällige Schmetterlinge entblößen urplötzlich bei Gefahr die auffällig gezeichneten Hinterflügel und erschrecken auf diese Weise ihre potentiellen Feinde.

Wie aber sind die Schmetterlinge zu diesem Aussehen gekommen?

Die Schmetterlinge, die sich tarnen oder die, die warnen können, haben einen deutlichen Vorteil: Sie werden weniger häufig gefressen. Nun muss man sich vorstellen, dass es sich um Populationen aus Millionen von Schmetterlingen mit einer Unzahl von Varianten und Hunderttausende von Feinden handelt. Wer in diesem "Wettbewerb" möglichst viele gesunde Nachkommen hervorbringt, ist der Überlegene, wenn seine Kinder wieder viele Nachkommen haben usw. Das ist der Inhalt von Darwins Theorie, die später - unter Einbeziehung der Vererbungslehre - zur Synthetischen Theorie der Evolution wurde. Es ist nicht unwichtig, wie ein Lebewesen aussieht, wenn sein Aussehen etwas mit den Überlebens- und Fortpflanzungsfunktionen zu tun hat. Viele Schmetterlinge sind schön, weil diese Schönheit ihnen einen lebens- und arterhaltenden Vorteil bringt. Einige Schmetterlinge sind schön, weil sie auf sich aufmerksam machen "wollen"! Schmetterlingsflügelmuster sind markant und grellbunt, wenn sie gesehen werden "sollen". Das ist Schönheit, die einen speziellen Zweck erfüllt, hinter der ein Sinn steckt und deren Entstehungsursache man nachgehen kann.

Welches sind die entscheidenden Kräfte, die diese Schönheit schaffen oder modellieren? Die Selbstorganisations-Kräfte und die Gene haben wir bereits kennen gelernt; sie fungierten als Generatoren bzw. als Informations-Träger und Bewahrer des Erreichten. Wie wir soeben gesehen haben, spielen auch die *Erbgutänderungen* und die *Umwelt* eine entscheidende Rolle. Welches ist die entscheidende Kraft? Wenn es in erster Linie die Erbgutänderungen sind, hängt es weitgehend vom Zufall ab, was geschieht ("zufällig" heißt hier, dass keinerlei Absicht dahintersteckt, wie die Chromosomen sich paaren oder welches Gen, Chromosom oder Genom mutiert, dass diese Veränderungen keinerlei Rücksicht auf das betroffene Individuum nehmen). Wenn die natürliche Auslese durch die Umwelt die entscheidende Rolle spielt, sind es vorwiegend strenge Naturgesetze, die die Schönheit gestalten oder verändern.

Viele zweifeln daran, dass man die Evolution der Lebewesen-Schönheit durch eine naturwissenschaftliche Theorie erklären kann: Wenn die Natur "blind" ist, wenn sie keine Zwecke und keine Ziele kennt - wie konnten die Schmetterlinge zu immer mehr Pracht und Schönheit gelangen? Ist der Zufall, der nach hunderttausenden von Versuchen taugliche Mutationen und neue Erbkombinationen hervorbringt, nicht ein blinder "Konstrukteur"? Ist die Selektion nicht ein kurzsichtiger, opportunistischer, konzept- und gnadenloser Kontrolleur? Ausgerechnet diese beiden sollen die Schmetterlinge im Laufe der Jahrtausende immer komplexer und schöner, immer vollkommener gemacht haben?

Eine Zeit lang hatten einige Kritiker Darwins behauptet, die Selektion arbeite nur negativ auslesend und man müsse sie mit einem passiven "Sieb" vergleichen, durch dessen Löcher nur das schlüpfen könne, was hindurchpasse. Die Verarmung an Formen könne man durch die Auslese erklären, aber nicht die Entstehung von etwas Neuem.

Heute weiß man: Die Umwelt formt zwar das "Rohmaterial", welches die Erbänderungen ihr liefern; aber sie kann natürlich nur mit dem "arbeiten", was ihr zur Verfügung steht. Andererseits kann sich nur das, was unter bestimmten Umweltbedingungen überlebt, entwickeln und fortpflanzen; letzten Endes ist hier entscheidend, ob die vielen Möglichkeiten zu Tatsachen werden, ob sie sich als Phänotypen bewähren oder nicht. Auf diese Weise arbeitet die natürliche Auslese auch innovativ und schöpferisch, sie schafft aus dem Bereitgestellten durch Erhaltung und Ansammlung bestimmter Merkmale neue Formen.

Einen der Beweise für diese Behauptung kann eine Erscheinung liefern, die man Mimikry nennt und bei der von einem Lebewesen ein - hier den Fressfeind interessierendes - Signal vorgetäuscht wird (zwei Beispiele sind die augenähnlichen Flecke der Raupen und auf den Schmetterlingsflügeln; in Experimenten konnte gezeigt werden, dass Vögel durch solche "Augen" tatsächlich erschreckt werden; Glasflügler besitzen schuppenfreie Flügel und erinnern lebhaft an eine Biene, Wespe oder Hornisse und "nutzen" diese Tatsache aus). Bei *Papilio dardanus* finden wir eine besonders aussagekräftige Mimikry: In Äthiopien und auf Madagaskar sehen die Weibchen fast wie die Männchen aus, nicht aber in anderen Gebieten Afrikas, wo man mehr als hundert verschiedene Weibchenformen ("Morphen") gefunden hat ("Polymorphismus"). Die meisten ahmen giftige oder ekelhaft schmeckende Arten aus anderen Familien nach. Vorbilder und Nachahmer kommen immer im gleichen Gebiet vor und fliegen oft in gemeinsamen Schwärmen. Könnte man die Mimikry lediglich auf Variation des Erbgutes zurückführen, müssten deren phänotypischen Auswirkungen unverändert bleiben. Man konnte aber zeigen, dass durch den Einfluss der Vorbilder auf die Nachahmer (auf dem Umweg über die Auslese durch die Raubfeinde) die Funktion der für das Muster verantwortlichen Genkomplexe aufeinander abgestimmt, die Variabilität eingeschränkt und der Mimikryeffekt verstärkt wird. Die Mimikry beweist, dass selbst geringe Ähnlichkeiten schon als Schutz dienen können und dass sich im Verlaufe der Evolution kleine Annäherungen an die geschützte Art zu täuschenden Formen entwickeln konnten. (Solche Mimikryentwicklungen konnten durch Computerprogramme simuliert werden). Aber es gibt noch andere Einwände:

Berücksichtigt die moderne Evolutionstheorie den Körperbau der Organismen und die sich in ihm abspielenden Vorgänge nicht zu wenig? Hat die ursprüngliche Theorie Darwins nicht etwas unerbittlich Mechanistisches an sich? Seine Organismen verhalten sich völlig passiv, werden ausgelesen, haben keinerlei Möglichkeit, selbst in das Geschehen einzugreifen.

Tatsächlich wirkt nicht nur eine äußere Selektion sondern auch ein innerer Faktor auf die Lebewesen. Der sich entwickelnde Phänotyp lässt nur das von den vielen im genetischen Programm enthaltenen Möglichkeiten (der Reaktionsnorm) zu, was zu seinem jeweiligen Entwicklungsstadium passt; für die weitere Entwicklung stellen die übergeordneten Systeme eines Organismus für ihre Untersysteme eine innere Umwelt dar. Wenn wir das mit der wirtschaftlichen Produktion vergleichen, entspricht der äußeren Selektion die Auslese, der ein Produkt durch die Anforderungen des "Marktes" ausgesetzt ist. Der inneren Selektion entspricht die innerbetriebliche Auslese, die von den Produktionsbedingungen und der betrieblichen Organisation abhängig ist.

Die Natur arbeitet nach Grundprinzipien: Sie verwendet genormte Bauteile (Segment-Bauprinzip bei Insekten) und baut auf bewährten Vorgängermodelle auf (aus Gliedertieren werden Gliederfüßer usw.). Die Nichtumkehrbarkeit (Irreversibilität) des evolutionären Verlaufs zeigt sich bei bestimmten Konstruktionen (z.B. das Außenskelett der Schmetterlinge). Bei noch so vielen Zufällen der Genkombination oder Mutation oder noch so stark veränderten Umweltbedingungen kann keine Korrektur mehr erfolgen (aus einem Schmetterling kann kein Regenwurm oder Käfer mehr werden). Auch die Bedeutung der Verhaltensweisen der Lebewesen und ihre Wechselbeziehungen innerhalb der Populationen und mit der übrigen Umwelt sind in ihrer Wichtigkeit erkannt worden. So kann das Verhalten eines Individuums oder einer Gruppe die geeigneten Lebensbedingungen mitbestimmen, die wiederum auf dieselben zurückwirken.

Bei allen Evolutions-Vorgängen können also die Wirkungen über das Netzwerk des Gesamtsystems auf ihre eigenen Ursachen zurückwirken (Rückkopplungs- oder Regelkreis-Mechanismen). Das bedeutet, dass die Selektion als Rückinformation wirkt, die die Wahrscheinlichkeit genau der Ereignisse verändert, die die Selektion ausgelöst haben. Offensichtlich entwickelt auch die Evolution ihre eigene Dynamik, schafft sich ihre Gesetzmäßigkeiten, ist ein sich selbst kanalisierender Vorgang. Mit Hilfe der Spieltheorie werden Kompromisslösungen und Kooperation (Darwin kannte nur das Konkurrenzverhalten), mit der Systemtheorie der Zusammenschluss zu komplexen Gebilden oder zu Tiergesellschaften untersucht.

In meinen Sammlungskästen befindet sich ein schönes Beispiel für die These, dass die natürliche Auslese Formen, Farben und Muster hervorbringt! Es handelt sich um zwei unterschiedliche Insekten-Gruppen, die nicht mit den Schmetterlingen verwandt sind und trotzdem phantastisch-bunte "Schmetterlings"muster besitzen! Beide tragen keine Schuppen; die eine Ordnung hat libellenähnliche Flügel und kauende Mundwerkzeuge, die andere große Vorder- und kleine Hinterflügel und einen. Es sind Echte Netzflügler (Neuroptera) und Zikaden (Heteroptera). Sie besitzen oft Bindenzeichnungen auf den - meist unscheinbaren - Vorderflügeln, Während die Hinterflügel schreiende Farbkombinationen zeigen. Diese Muster waren offenbar sehr erfolgreich; sie sind bei gleicher Notwendigkeit durch ähnliche Umweltbedingungen entstanden (Analogie durch konvergente Entwicklung). Die Warnmuster stehen (im Unterschied zu den Tarnmustern) in starkem Kontrast zu ihrer Umgebung; sie sind dadurch besonders unwahrscheinlich, d.h. auffällig. Sie zeigen eine Tendenz zu einfachen und klaren, "prägnanten", Farbzusammenstellungen, die leicht erkennbar sind. Diese deutlichen, unmissverständlichen Signale sind unter dem Zwang zur Kommunikation entstanden, sie sind für das Anschauen "bestimmt". Die ständige "Beaufsichtigung" durch die Augen bzw. Gehirne ihrer Fressfeinde hat nicht unwesentlich zu ihrem Kontrastreichtum und ihrer Farbharmonie, zu ihrer Schönheit, beigetragen.

Nach alledem ist das Rätsel gelöst, weshalb Lebewesen "in so richtigen und gründlichen Verhältnissen" gebildet sind und weshalb sie "natürliche Schönheit, Sinnhaftigkeit und Harmonie" besitzen! Der Selbstorganisation der Materie, der Überfülle und Wandelbarkeit des Genmaterials und der "unendlichen Schöpfer- und Gestaltungskraft" der natürlichen Auslese haben die Organismen ihre Schönheit zu verdanken! Der "höchste Künstler, Dichter, Goldschmied, Juwelenschleifer, Farbenmeister" ist niemand anderes als die natürliche Auslese, die das Rohmaterial der Evolution, das Gold, die Juwelen und die Farben, auswählt, anhäuft und bearbeitet.

Nun könnte man meinen, die Schmetterlinge seien durch Erbänderungen und natürliche Auslese im Laufe ihrer phylogenetischen Entwicklung immer "vollkommener" geworden und ihre Schönheit werde immer "schöner" oder sei gar für die Ewigkeit gemacht. Wenn man genauer hinsieht, stellt man fest, dass es keinen Prozess der Vervollkommnung gibt; kein Schmetterling gelangt von einem nicht perfekten in einen perfekten Zustand. Von Vollkommenheit oder Perfektion kann man allein schon deshalb nicht reden, weil sich die Umweltverhältnisse immer wieder ändern, und die Lebewesen in ihrer Anpassung ständig

hinterherhinken. Wir können einen zeitweiligen Trend zu mehr Ordnung und Komplexität oder - wie z.B. bei Funktionen wie die Flug- Fähigkeiten der Falter - sogar die Annäherung an ein Optimum beobachten. Dabei muss jede neue Form, wenn sie erfolgreicher als ihr Vorgänger sein will, eine "Verbesserung" gegenüber der alten Form aufweisen oder das Lebewesen muss sich, um Konkurrenz zu vermeiden, auf eine neue Lebensweise einlassen, um neben der alten Form existieren zu können (Nischenbildung). Wir dürfen aber nicht vergessen, dass in der Selektion kein "Sinn" verborgen ist, dass niemand über einen eventuellen "Fortschritt" wacht und dass er nicht auf Dauer bestehen kann. Das hatte auch schon Darwin erkannt, als er schrieb: "...in der Wirkungsweise der natürlichen Auslese scheint nicht mehr Zweckmäßigkeit zu liegen als in der Richtung, in der der Wind weht."

b. Werben und Imponieren

Nun gibt es aber unter den Schmetterlingen auch eine erstaunliche Vielfalt farbiger Gestalten, die augenfällig das Gepräge zweckloser Schönheit tragen: sie sind nicht giftig und sie schmecken auch nicht ekelerregend. Wieso müssen sie sich nicht tarnen? Ihre Farben scheinen niemanden abzuschrecken; Admirale, Zitronenfalter und Bläulinge (Tafel 3) scheinen beispielsweise viel bunter zu sein als ihnen gut tun kann.



Tafel 3

Wenn man sich Tagfalter in Ruhe betrachtet, fällt einem auf, dass die Flügelunterseiten (fast) aller Arten blasser und weniger auffällig gefärbt sind als die Oberseiten. Manchmal sind sie sogar einfarbig dunkelbraun (z.B. beim Tagpfauenauge). Hier handelt es sich um einen Kompromiss zwischen Verbergen- und Auffallen-Müssen: Tarnung ist nach wie vor sinnvoll, andererseits haben auch die bunten Farben eine wichtige Aufgabe. Aber welche?

Darwin und Poulton glaubten, auch für dieses Problem eine Lösung gefunden zu haben. Es handele sich um sexuelle Auslese!

Wählen sich die Weibchen die schönsten Männchen aus? Sind (männliche) Schmetterlinge schön, weil die Weibchen sie schön finden? Schönheit durch Triebhaftigkeit? Oder ist die Schönheit in diesem Fall gar ein *Produkt des Schönheitssinns* des jeweiligen Partners?! Wie aber sollen in einem Gehirn, das eigentlich nur ein komplex entwickelter Nervenknoten ist, solche Schönheitsempfindungen entstehen?

Zwischen Befürwortern und Gegnern der sexuellen Auslese entstand ein heftiger Streit. Die Anhänger Darwins führten u.a. ins Feld, dass bei vielen Tagfaltern die Männchen bunter sind als die Weibchen (z.B. beim Aurorafalter) und dass sich Geschlechtsfarben lediglich bei solchen Arten entwickelt haben, die bei Tageslicht balzen (Nachtschmetterlinge besitzen - mit Ausnahme der am Tag fliegenden Arten - gedämpfte Farben). Die Gegner meinten, auch Männchen mit abgeschauerten Schuppen oder zerschlitzten Flügeln paarten sich, und die vielen monoton gefärbten Arten pflanzten sich ebenfalls fort. Aussage stand hier gegen Aussage.

Wallace äußerte die Vermutung, die unterschiedlichen Flügelmuster könnten als "Isolationsmechanismen" entstanden sein, um Bastardisierungen, unfruchtbare Verbindungen zwischen unterschiedlichen Arten, zu verhindern. Es gibt "Mischlinge", die trotz dieser sexuellen Isolierung zu Stande kamen. Auch ich habe einen solchen Bastard; er ist wunderschön und ich bedauere es, dass er keine Nachkommen haben konnte.

Gibt es Beweise für die Behauptung, die Weibchen wählten die Männchen?

Es wurden eine Reihe von Freilandversuchen gemacht, u.a. mit *Heliconius erato*, *Hypolimnas missipus*, *Anartia amathea*, *Colias eurytheme* und *Colias philodice*. Man übermalte die typischen Flecken und Farben der Flügel, färbte die Flügel anders ein, klebte dem einen Geschlecht die Flügel des anderen auf usw. Die Ergebnisse waren anders als erwartet: Oft reagierten die Weibchen, als ob sie völlig farbenblind seien, d.h. sie paarten sich mit den manipulierten Männchen. Sie reagierten auf ultraviolette Signale und auf Geruchsreize (die Männchen dagegen brauchten meist die weiblichen Farben, um in Stimmung zu kommen). Einige Wissenschaftler ziehen daraus den Schluss, dass es überhaupt kein weibliches Wahlverhalten bei Schmetterlingen gibt; andere vertreten die entgegengesetzte Meinung; dieses Verhalten könne aber nur statistisch erschlossen werden.

Ein Verhaltensforscher führte Attrappen-Versuche zum Fortpflanzungsverhalten des Ockerbindigen Samtfalters (*Hipparchia semele*) durch. Er zeigte, dass die Männchen sich in der ersten Balzphase optisch orientieren, musste aber zu seinem Erstaunen feststellen,

dass sie nicht nur ihren Partnerinnen, sondern auch Vögeln, fallendem Laub und sogar ihrem eigenen Schatten nachflogen. Weder die Form (von der naturgemäßen Weibchenform bis zu den verschiedensten geometrischen Figuren) noch die Färbung der Weibchen-Attrappen machten auf die Männchen Eindruck; entscheidend waren die Größe (und Nähe), eine möglichst dunkle Färbung und tanzende Bewegungen. Das Fehlen eines Merkmals konnte durch andere Faktoren wettgemacht werden; Einzelreize wurden zu einer Reiz-Gesamtheit summiert ("Gesetz der Reizsummation").

Auch mit dem Schönheitsempfinden der Männchen kann es nicht weit her sein. Wenn sie ihre Weibchen nicht von einem Vogel unterscheiden können, haben sie zur Entstehung schöner Flügelmuster in der Evolution nicht viel beigetragen.

Ein Forscher arbeitete mit dem Europäischen Kaisermantel (*Argynnis paphia*). Er bemalte eine drehbare Rolle mit schwarzen und orangebraunen Streifen und beobachtete, dass die Männchen besonders heftig reagierten, wenn er ihnen den Wechsel der während des Fluges aufblinkenden und wieder unsichtbar werdenden Flügeloberseiten der Weibchen durch unnatürlich schnelles Drehen der Rolle vorgaukelte. Ebenso wie die *Hipparchia*-reagierten die *Argynnis*-Männchen auf "übernormale Auslöser".

Verhaltensforschung und Reizphysiologie erklären das Verhalten der Falter als einen Reiz-Mechanismus. Von den Sinnesorganen (hier dem Auge und dem Zentralnervensystem des Schmetterlings) werden nur spezifische Reize zugelassen (Reizfilterung). Die filternde Einrichtung wird von den Ethologen "angeborener Auslösemechanismus" genannt und mit einem Schloss verglichen, das nur durch einen ganz bestimmten Schlüssel, den "Schlüsselreiz", geöffnet werden kann. Ausgelöst durch solche Schlüsselreize laufen komplexe Erbkoordinationen ("Instinkthandlungen") ab und zwar immer in derselben starren, nicht beeinflussbaren, aber gut koordinierten, lebens- und arterhaltenden Weise.

Neben der bekannten Form gibt es beim Kaisermantel noch eine andere, seltene Weibchenmorphe mit hellbeige-grünlich-bronzener Flügelfarbe, die sog. Valesina-Form. Obwohl sie wegen ihrer besseren Tarnfärbung von der natürlichen Auslese bevorzugt wird, kann sich diese Form nicht gegen die "goldfarbene" Normalform durchsetzen, weil die Männchen sich nicht oft mit ihr paaren.

Alle Einzelheiten der geschlechtliche Vorzugswahl (sexuelle Präferenz) haben eine genetische Grundlage. Es gibt nicht nur Gene für die normale und die Valesina-Flügelfärbung, sondern auch für das dazugehörige Verhalten, also den Drang,

entsprechend gefärbte Partner zu begehren. Die komplexen Zusammenhänge der genetischen Steuerung können mathematisch berechnet und sinnvoll begründet werden. Meine Fragen können nun annäherungsweise beantwortet werden:

1. Es gibt wahrscheinlich eine sexuelle Auslese bei den Schmetterlingen.
2. Ein Schönheitssinn kann man bei ihnen nicht feststellen.

Man kann die Farbenpracht der Männchen auch noch anders deuten: Ihre Muster sind Drohmittel, Imponier-Einrichtungen, Kriegsbemalungen und -flaggen im Kampf der Männchen untereinander! Durch diesen Kampf entstehen in den Folgegenerationen vitalere und aktivere Tiere, die verbesserte Angriffs- oder Verteidigungswaffen (und größere Schönheit?) besitzen.

Für Darwin waren die Tiere am erfolgreichsten, die auf das andere Geschlecht attraktiv wirken, auch wenn ihre Ausstattung ein erhöhtes Risiko bedeutet. Er räumte allerdings ein, die sexuelle Auslese wirke nicht so rigoros wie die natürliche, weil sie zwar den Fortpflanzungserfolg, aber nicht das Überleben des Individuums betreffe.

Heute weiß man, dass die Falter-Männchen nicht gegeneinander kämpfen, sondern dass sie lediglich ihre Territorien gegen Eindringlinge verteidigen. So besetzen bei vielen Tagfalterarten die Männchen ein bestimmtes Revier, indem sie Weibchen gut umwerben können und kontrollieren es. Fliegt ein fremdes Männchen in diesen Bereich, kommt es zu einem Spiralfly der beiden Kontrahenten, bei dem der Gewinner immer der Revierinhaber ist, ganz egal, ob er größer, kräftiger oder schöner ist als der Eindringling.

c. Gibt es Luxusformen?

Wie gut können Schmetterlinge sehen?, geht es mir durch den Sinn. Können sie überhaupt die Musterelemente und Zeichnungen auf den Flügeln erkennen? Ich sehe mir Schnitte durch Komplexaugen an, die aus tausenden von keilförmigen Einzelaugen zusammengesetzt sind (ihre sechseckigen Oberflächen sind von besonderer Schönheit). Das Auflösungsvermögen der besten Insektenaugen erreicht bei optimalen Licht-Verhältnissen ein Hundertstel der menschlichen Sehschärfe. Mit diesen Augen könnten Insekten ein Flügelmuster nur aus unmittelbarer Nähe und dann auch nur als grobe Form und in den einfachsten Farbkombinationen erkennen. Als "Ausgleich" besitzen die Insektenaugen ein sehr viel besseres zeitliches Auflösungsvermögen als wir (bis zu 300

Lichtblitze in der Sekunde gegenüber 12 bis 14). Während des Fluges erhalten die Komplexaugen viel mehr Einzelinformationen als in Ruhe; dadurch wird die Sehweise bedeutend verbessert.

Nun gibt es viele Flügel, die eher einem Flickenteppich gleichen oder die tausend herrliche Mustervarianten, feinste Farbklänge und Pastelltöne. Es ist kaum anzunehmen, dass jede Zeichnungsnuance, jeder Farbfleck und jeder Flügelraum eine Funktion hat. Diese Musterfeinheiten werden ganz sicher weder vom Artgenossen gesehen, noch können sie Feinde abschrecken - sie könnten also (um der Arterkennung zu dienen) sehr viel einfacher und schlichter sein. Kann man diese Mannigfaltigkeit als Spielerei einer viele Möglichkeiten "durchprobierenden" Natur ansehen? Sind diese "Zierformen der Natur" Eigenschaften, die nicht durch die Auslese zu Stande gekommen sind? Fast könnte man auf die Idee kommen, dass die Tiere sich selbst durch Pracht und Schönheit darstellen wollten.

Man spricht von luxurieren, wenn eine Eigenschaft den funktionell zweckmäßigen Ausbildungsgrad überschritten, einen schädlichen aber noch nicht erreicht hat. Es gibt im Organischen nicht nur das Sinnvolle, sondern auch alles, was nicht so zweckmäßig ist, dass es zur Ausmerzung der betreffenden Art führt. So entstehen diese "tragbaren Sinnlosigkeiten."

Ich nehme einige bizarre Schmetterlinge aus einem Sammelkasten.

Niemand weiß, warum diese Flügel so unvorteilhaft "verbogen" oder zu (den Flug behindernden) "Schwänzen" ausgezogen sind. Wenn wir aber bei einem Organ eines Lebewesens keine Funktion und keinen Anpassungswert finden, muss das ja nicht bedeuten, dass es sie nicht doch gibt. Aber selbst, wenn es nicht der Fall sein sollte - es existieren so gut wie keine "sinnlosen" Strukturen, die nicht mit anderen, zweckvollen gekoppelt sind. Sogar ungünstige, hinderliche Eigenschaften können durch natürliche Auslese entstehen oder gefördert werden. Sie müssen nur durch ein Gen (oder eine Genkombination) bedingt sein, die gleichzeitig eine fördernde Eigenschaft hervorbringt. Sind die Flügel eines Schmetterlings wie z.B. des Kaisermantels nicht bereits Luxusbildungen? Sie besitzen dunkle Flecke auf der Oberseite der Flügel, obwohl sie dort doch offensichtlich keine Funktion haben, im Gegenteil, sie stören nur den Gesamteindruck "orangebraun".

Solche Flecken können existieren, solange sie die Flügelgrundfarbe in ihrer Gesamtwirksamkeit als Schlüsselreiz nicht beeinträchtigen. Etliche oberseits "einfarbige" Falter besitzen auf der Flügelunterseite ein komplexes Muster; sie sind auf diese Weise

besser getarnt, wenn sie die Flügel zusammenfalten. Diese Flecken auf der Flügeloberseite könnten denselben Effekt haben. Bei der Arterkennung stören sie nicht (die Partner nehmen sie gar nicht wahr), sie sind aber ein kleiner Tarn-Vorteil gegenüber den vielen Fressfeinden!

Man kann das Flügelmusterproblem vom Kosten-Nutzen-Standpunkt aus betrachten. Wie wir sahen, dienen die Flügel selbst nicht nur der schnellen Ortveränderung und dem Temperatúrausgleich, sondern sind Plakate der sozialen Verständigung und der Auseinandersetzung mit allerlei Feinden. Für diesen Zweck wird ein großer Aufwand betrieben. Die komplexen, bunten Muster kosten nicht nur viel Aufbauenergie - die auffälligen Farben und Formen und die dazugehörigen Verhaltensweisen stellen auch ein großes Betriebsrisiko dar. Das aber muss kleiner sein als der Nutzen (am Leben zu bleiben und Nachkommen in die Welt zu setzen).

Das ist der Grund, weshalb es so viele weiße, gelbe und rote, aber so gut wie keine grünen Tagschmetterlinge gibt. Da die Vegetation grün ist, ist diese Farbe als auffälliges Signal nicht geeignet (sie müsste mit großer Intensität - wie bei den Leuchtkäfern - gesendet werden). Die Falterflügel sind meist zwei- oder dreifarbig. Bei der Untersuchung der drei größten Tagfalterfamilien mit mehrfarbigen Flügeln fand ich 97,5% mit Kontrastfarben (55% davon mit starkem Farbkontrast wie Dunkelbraun bzw. Schwarz/Weiß, Schwarz/Gelb, Schwarz/Hellblau) und nur 2,5% mit Komplementärfarben (Orange/Blau, Gelb/Violett). Die Wirkung des Ultravioletten, besonders in der Mischung mit anderen Farben, die wir uns gar nicht vorstellen können, die aber für die Schmetterlinge eine Rolle spielen, muss zusätzlich berücksichtigt werden.

Die Schönheit der Schmetterlinge ist durchaus ein Gegenstand der positiven wissenschaftlichen Erkenntnis - sie kann erforscht und erklärt werden. Die Natur zeigt uns mehr als eine "Spur", gibt uns mehr als einen "Wink", dass sie Gründe für ihre Schönheit enthält.

3 Der Schmetterling in uns

Möglicherweise ist all dies Ausdruck ihres
erahnten, aber nicht verstandenen Einklangs
mit Bauprinzipien der Natur, denen auch
unser Gehirn seine Struktur verdankt

H.-O. Peitgen:
Schönheit im Chaos

3.1 Ein ganz besonderes Unterscheidungs- und Beurteilungsvermögen...

Ich habe viele Schmetterlinge untersucht - aber die Frage, warum sie schön sind, kann ich immer noch nicht exakt genug beantworten. Aber hatte ich denn geglaubt, die Gesetze der Schönheit durch das Studium der Natur herauskristallisieren zu können wie die Gesetze der Physik oder der Genetik? Hatte ich denn gehofft, aus der Struktur der organischen Materie das Wesen des Schönen ableiten zu können, so als ob Schönheit ein Produkt von irgendwelchen Naturkräften sei?

Jedenfalls habe ich mich bei der Untersuchung wie ein Naturwissenschaftler auf die Objekt-Seite beschränkt; die *Subjekt* - Seite habe ich unberücksichtigt gelassen. Nun taucht die unvermeidbare Frage auf: Wie viel von der beobachteten Schönheit hat seine Ursache im *Objekt* (Schmetterling), und was fügen *wir Menschen* beim Betrachten dieser Tiere hinzu? Oder anders ausgedrückt: Liegt es an den Schmetterlingen, dass sie schön sind - oder liegt es nicht vielmehr daran, *wie wir sie sehen*?

Noch rigorosier gefragt: *Existieren* überhaupt *objektiv* schöne bzw. nicht-schöne Schmetterlinge? *Ist ein Schmetterling* auch dann noch *schön*, wenn kein Mensch da ist, der ihn betrachtet?!

Meine Untersuchung hat keinen eindeutigen Beweis dafür geliefert, dass die Natur etwas objektiv (= im Objekt liegendes) Schönes hervorbringt. Aber *besitzen* Schmetterlinge nicht Farben und Formen? Gerade bei den Farben habe ich festgestellt, dass sie keine Eigenschaften der Tiere sind, sondern etwas, was *wir* (und andere Lebewesen) sehen und empfinden. Wenn niemand sieht, gibt es keine Farben. Auch Ordnung und Komplexität scheinen (zumindest teilweise) subjektive Kriterien zu sein und auch die harmonischen Proportionen der Schmetterlinge sind kein Beweis für *deren* Schönheit. War und ist der (Jahrtausende alte) Versuch, die Schönheit in den Dingen und Lebewesen zu finden, von vornherein zum Scheitern verurteilt?!

Langsam dämmert mir eine Erkenntnis herauf, gegen die ich mich die ganze Zeit gewehrt habe: *Schmetterlinge sind überhaupt nicht schön!!! Es gibt gar keine Schönheit!* (Es sei denn, durch uns, in uns).

Ein furchtbarer, ein niederschmetternder Gedanke! Alle meine prächtigen, strahlenden, bunten Falter sind gar nicht prächtig, strahlend und farbig! Die gesamte Natur ist nur scheinbar schön! Ich sehe das Grün der Bäume verblassen - sie sind ja gar nicht grün!! - und die Blumen erbleichen; alle Sonnenuntergänge verlieren mein Interesse.

Aber haben mich nicht alle möglichen Freunde gewarnt, haben mich nicht etliche Philosophen belehrt? Hatte nicht Hume geschrieben: "Schön ist, was jemand für schön hält!?" Bei Nietzsche hätte ich lesen können: "Der Mensch glaubt die Welt selbst mit Schönheit überhäuft - er vergisst sich als deren Ursache. Nichts ist schön, nur der Mensch ist schön: Auf dieser Naivität ruht alle Ästhetik, sie ist deren *erste Wahrheit*."

Das heißt nichts anderes als: *In unserer eigenen Brust müssen wir nach den Ursachen der Schönheit forschen*. Hier sind alle Pracht und Herrlichkeit versammelt, und nur hier können ihr Sinn und Zweck (wenn es einen solchen gibt) gefunden werden!

War die Untersuchung der Schmetterlings-Schönheit umsonst?!

Aber wozu haben wir ein Schönheits-Empfinden, wenn keine Schönheit existiert? Wie ist es zu Erklären, dass die Schönheit - obwohl sie nicht in den "schönen" Objekten steckt - von uns beim Betrachten *eben dieser Gegenstände/Lebewesen* erlebt wird? Zumindest *existiert* da doch etwas, was zwar nicht selbst schön *ist*, aber etwas, was ich schön *finde*.

"Schönheit" ist ein Wahrnehmungs-Effekt und kein Phantasiegebilde. Ohne Schmetterlinge, ohne ihre Formen, Strukturen und Farbmoleküle, gibt es für uns keine Schmetterlings-Schönheit. Auch ist es nicht meinem Belieben unterstellt, welcher Falter in mir das Gefühl der Schönheit hervorruft. Es sind bestimmte *Objekteigenschaften* dieses Falters, die mich nicht kalt lassen. Auch die Partner und Feinde eines Schmetterlings sehen da etwas; sie lassen sich sogar - z.B. bei der Mimikry - dadurch irreführen. Die warnenden oder auslösenden Muster besitzen die Kriterien, die bei *uns* das Schönheitsempfinden hervorrufen. Die Tiere interpretieren das, was sie sehen, nicht als "schön", sondern irgendwie anders; wir Menschen sehen diese "Schönheit".

Ich trete auf den Balkon hinaus, um ein bisschen abzuschalten - da sehe ich etwas an der Häuserwand sitzen: einen Nachtschmetterling. Als ich ihn mit dem Finger berühre, erschrecke ich, denn er spreizt die Vorderflügel zur Seite, so dass ganz unerwartet seine

gelb-roten, mit einem Auge verzierten Hinterflügel sichtbar werden. Ich zucke überrascht zurück. Schon im allerersten Augenblick weiß ich, ganz spontan, dass dieses Bunte, was da aufleuchtet, etwas Außerordentliches, Wichtiges, Bedeutsames (vielleicht auch Gefährliches) ist. Etwas hat blitzschnell mein logisches Denkkonzept unterbrochen: etwas Überraschendes, Geheimnisvolles und Faszinierendes, Unerklärbares und Beunruhigendes. Dieser Zustand dauert nur einen ganz kurzen Moment; dann empfinde ich, dass diese Hinterflügel unglaublich schön sind.

In einem Tierbestimmungsbuch lese ich: "Smerinthus ocellata L., das Abendpfauenauge, ein Weibchen, ziemlich kommun, die Raupen werden zuweilen schädlich an Weiden und Apfelbäumen." Offenbar gibt es zwei verschiedene Betrachtungsmöglichkeiten ein und desselben Gegenstandes: eine alltägliche bzw. wissenschaftliche (vorwiegend "rationale", vernunftmäßige, logische und quantitative) *und* eine *ästhetische* (vorwiegend "irrationale", gefühlsmäßige, emotionale und qualitative) Weise. Es ist ein großer Unterschied, ob jemand kühl und sachlich feststellt, dass ein Falter blaue Flügel besitzt und dabei an die Schuppenstruktur und das Zustandekommen der Farbe durch Reflexion und Beugung der Lichtwellen denkt oder ob jemand in dem himmlischen Blau schwelgt und sich nicht satt sehen kann. "Blau" bedeutet dem wissenschaftlich Betrachtenden als emotionaler Wert nicht viel oder gar nichts; es könnte plötzlich verblassen - dieser Vorgang könnte höchstens sein Forscherinteresse reizen. Ganz anders der ästhetisch Schauende: Beim Wahrnehmen eines Schmetterlings fällt ihm dessen eigentümliche Qualität auf, die nicht (oder nicht in erster Linie) sein intellektuelles Interesse auf sich zieht, sondern die ihn auf besondere Weise fasziniert, ihn *emotional* nicht gleichgültig lässt. Er ist überrascht oder höchst erstaunt, dass das, was er da zu sehen bekommt, überhaupt möglich ist. Ihm ist in diesem Moment die Entstehung etc. des Blaus völlig egal, aber verzichten, verzichten auf dieses Blau kann er nicht. Es ist ihm ein hoher Wert, und das plötzliche Verblässen der Farbe käme einem Weltuntergang gleich. In den meisten Fällen werden sich wohl die nüchterne und die ästhetische Einstellung mischen. Eine Sichtweise kann in die andere übergehen und ein wissenschaftlich-kühler Falter kann bei ästhetischer Betrachtung zu einem Wesen von bestürzender Schönheit werden. Nietzsche war der Ansicht, je genauer wir hinsähen, umso weniger schön "sei" die Welt und umgekehrt "je oberflächlicher und gröber zusammenfassend, um so wertvoller, bestimmter, schöner, bedeutungsvoller" erscheine sie.

Wie dem auch sei - : Das Schönheitserlebnis ist eine Tatsache in uns. Wir besitzen *ein ästhetisches Vermögen*, Schönheit*empfinden* genannt. Wir sehen (hören ...) etwas und Fällten darüber unser Urteil "schön", "nicht-schön" usw.

Haben Panaitios von Rhodos und Burke Recht behalten: Ist dieses Schönheitsgefühl ein natürliches, nicht-rationales Unterscheidungs- und Ordnungsvermögen? Beim Erleben des Schönen spielt zumindest etwas mit, was von vielen mit Misstrauen betrachtet und mit Missachtung gestraft wurde und was mehr mit Intuition und Emotion zu tun hat als mit Intellekt und Verstand. Dieses Schönheitsempfinden scheint auf den ersten Blick etwas sehr Irdisches, etwas Naturhaftes und Irrationales (und dazu Subjektives und Individuelles) zu sein. Ist Schönheit gefühlte Ordnung, gefühlte Proportionalität, gefühlte Harmonie? Ist "schön" ein Gefühlsurteil?

Durch Vermutungen kann das Schönheitsproblem nicht gelöst werden. Was ich brauche, ist eine Ästhetik der Fakten; ich brauche Ergebnisse empirischer Untersuchungen. Ich muss fragen: *Was geschieht*, wenn wir bestimmte Gegenstände sehen, *wenn wir etwas schön finden*, und *warum* geschieht es?

Hier ist die Psychologie die zuständige Wissenschaft. Wir nehmen Schönheit wahr, also ist in erster Linie die Wahrnehmungspsychologie gefragt.

3.2 Psychologie der Schönheit

Zu meinem Erstaunen suche ich die Stichwörter "Schönheit" und "Ästhetik" in den Lehrbüchern der Psychologie vergeblich. Kann die moderne Psychologie einen so wichtigen Sachverhalt wie unser ästhetisches Empfinden ignorieren?

Die Psychologen des 19. Jahrhunderts haben sich mit großem Eifer ästhetischen Fragen gewidmet. Der Philosoph, Physiker und Mediziner Gustav Theodor Fechner begründete die psychologisch-experimentelle Ästhetik. Er wandte sich besonders gegen die metaphysisch-spekulative Ästhetik des Deutschen Idealismus; seine Absicht war es, dieser Ästhetik "von oben" eine Ästhetik "von unten" entgegen zu setzen. An Stelle einer Lehre vom "Wesen" und "Ursprung" des Schönen war diese für Fechner die "Lehre von Gefallen und Missfallen". Er wollte entdecken, woran man das erkennt, was Lust bewirkt, was als schön gefällt; er wollte die Gesetzmäßigkeiten von ästhetischen Reizen und ihrer Empfindung ergründen. Als Experimentator kümmerte er sich zuerst um die "schönen" Objekte und fragte: Welche Farben und Formen werden von einer Versuchsperson spontan bevorzugt und weshalb? Fechner stellte eine Reihe von Thesen auf, die heute

noch experimentell nachprüfbar sind: Wir können Schönheit *unmittelbar*, also ohne intellektuelle Reflexion wahrnehmen/ empfinden. Das "positive Lustresultat" kann durch einen "angeknüpften Sinn", der die unmittelbare Wahrnehmung ergänzt, entscheidend gesteigert werden (Wenn ich mir zu einem wahrgenommenen einen herrlichen, quicklebendigen, fröhlich flatternden Falter hinzudenke, erlebe ich viel Schönheit; wenn ich an ein krankes oder ein beschädigtes Exemplar denke, wird das Resultat u.U. negativ ausfallen, "Aesthetisches Associationsprincip".)

Auch der Arzt, Philosoph und Psychologe Wilhelm Wundt fragte: Welche Eigenschaften müssen die Gegenstände haben, um in uns ästhetische Wirkungen hervorzubringen? Er spricht von einer "ästhetischen Methode", mit der man Gefühle erzeugen könne und kennt ästhetische Elementargefühle (Lust- und Unlust, Gefühle des Gefallens und Nichtgefallens), die jedoch nicht zu einem ästhetischen Gesamtgefühl addiert werden könnten, denn durch ihr Zusammenwirken entstünden neue Formen von Gemütsbewegungen und diese verschmelzen mit Assoziationen zu einem "verwickelten Totalgefühl". Wundt bemühte sich um die objektiven Merkmale des "ästhetischen" Gegenstands, legte den Schwerpunkt aber auf die subjektive Seite und sah in der Psychologie der Schönheit eine Psychologie der "Gemütsbeschaffenheit". Der ästhetische Wert des schönen Objekts hänge mit unserem subjektiven Wohlgefallen zusammen: Das Wohlgefallen kann als Maß dieses Wertes angesehen werden, nimmermehr darf es mit dem Werte selbst verwechselt werden (der - hier ist sich Wundt mit Hegel und anderen Idealisten einig - aus übersinnlichen Quellen stamme).

Für den Philosophen Theodor Lipps bedeutete Einfühlung gefühlsmäßiges Hineinschlüpfen in das Objekt, das sich Selbst-Fühlen im Gegenstand des ästhetischen Erlebens, Identifizierung mit dem "inneren Leben" des Betrachteten. Wichtiger ist seine Schönheitsdefinition: Schön heißt ein Objekt darum, weil es ein eigentümliches Gefühl in mir weckt ... In jedem Falle ist "Schönheit" der Name für die Fähigkeit eines Objektes, in mir eine bestimmte Wirkung hervorzurufen ... Die Ästhetik will die Natur dieser Wirkung feststellen, will dieselbe analysieren, beschreiben, abgrenzen. Und sie will sie Verständlich machen. Zu letzterem Zwecke muss sie die Faktoren angeben, die in mir zu solcher Wirkung sich vereinigen; sie muss die Bedingungen aufzeigen, die bei einem Objekte erfüllt sein müssen, wenn es diese Wirkung hervorzubringen fähig sein soll; und sie muss die Gesetzmäßigkeit auffinden, nach welcher diese Bedingungen wirken.

Der Ästhetiker Friedrich Theodor Vischer formulierte: Das Schöne ist einmal nicht einfach ein Gegenstand, das Schöne wird erst im Anschauen, es ist Kontakt eines Gegenstands

und eines auffassenden Subjekts, und da das wahrhaft Tätige in diesem Kontakt das Subjekt ist, so ist es ein Akt.

In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts versuchte der US-amerikanische Psychologe Daniel E. Berlyne, die naturwissenschaftlich begründete Ästhetik voran zu bringen. Er forderte, der Experimentator dürfe nur direkt beobachtbares Verhalten zu seinem Forschungs-Gegenstand machen, dürfe sich also nicht mit inneren Erlebnissen beschäftigen; andererseits stellte Berlyne aber die "Motivationen" (inneren Bedürfnisse) eines Lebewesens in den Vordergrund seiner Betrachtungen. Er beschäftigte sich besonders mit "kollativen Stimuluseigenschaften" (Variablen), worunter er Reizcharakteristika versteht, deren Größe und Bedeutung erst durch einen Vergleich der einwirkenden Umweltreize mit bereits im Gehirn vorhandenen, im Gedächtnis gespeicherten Daten wirksam werden. Immer wieder taucht bei Berlyne die Frage auf, ob Stimulusmerkmale wie beispielsweise "Objekt-Größe", "Symmetrie", "Komplexität", "Farbkonstanz", "Neuheit" und "Zweideutigkeit" Reiz-Eigenschaften sind, die die Wahrnehmungsmuster selbst besitzen oder ob es sich dabei um Beziehungen zwischen der Reaktion des Betrachters und den stimulierenden Mustern oder nur um unsere Empfindungen handelt. Falls wir unsere Schönheitsempfindungen mit physikalischen oder gar "ästhetischen Eigenschaften" der Objekte verwechseln - können wir nachweisen, dass es "schöne Elemente" am Objekt gibt und sie ggf. quantifizieren/messen? Berlyne stellt selbst fest, dass auch bei identischen Reizmustern die Reiz-Qualität (der Erfolg) verschieden sein kann und dass seine Messungen höchstens Auskunft über den inneren Zustand der Versuchsperson (Stimmung, Übersättigung, Assoziationen verschiedener Art) ergeben. Ein Lust- oder gar Schönheitsgehalt eines Objektes lässt sich auf diese Weise nicht beweisen.

In unserer Zeit wurden die Berlynschen Ansätze überprüft. Psychologen kamen zu dem Ergebnis, dass sich die für das ästhetische Erleben vermutlich relevanten, kollativen Reizeigenschaften nur schwer objektiv quantifizieren und methodisch sauber messen lassen. (Berlyne meinte, man könne die Variablen durch Untersuchung der Ähnlichkeiten und Differenzen zwischen "Elementen" bestimmen. Wer aber legt fest, was als Element zu gelten hat? Ob als Testperson oder als Experimentator - wir sind ja immer mit unseren Sinnesorganen beteiligt, wie wollen wir da "objektive" Elemente erkennen?) Die Stimuluseigenschaften seien subjektive Erlebniskategorien und als objektive Prädikatoren des ästhetischen Erlebens ungeeignet. Kein Experimentator könne die individuelle

Reaktion seiner Testpersonen voraussehen (was im Rahmen einer wissenschaftlichen Theorie aber möglich sein muss). Gerade wegen dieser Unvorhersagbarkeit entziehe sich das ästhetische Urteil der empirischen Erfassung. Nach Beendigung eines Experimentes falle es nicht schwer, durch entsprechende Beschreibung "praktisch jede beliebige Beziehung zwischen den kollativen Merkmalen und dem ästhetischen Erleben" im Sinne der Theorie zu deuten. Das heißt, diese Theorie ist (zumindest in dieser Form) gar nicht falsifizierbar, also wissenschaftlich wertlos. Sind nur die Hypothesen und Methoden ungeeignet, um die Kriterien für das, was wir als schön empfinden, zu finden oder existiert das, was wir zu finden hoffen, gar nicht? fragen sich die Psychologen. Berlyns (und Fechners) wichtigstes Problem, aufgrund welcher Kriterien welche Reize als schön oder nichtschön empfunden werden, kann nicht gelöst werden! Auch andere Untersuchungen kommen zu ähnlichen Ergebnissen. "Der allgemein-psychologische Ansatz kann bisher keine verbindlichen Kriterien für das ästhetisch Schöne benennen", heißt es lapidar, und: *Das Urteil "schön" spiegelt kein absolutes, den Objekten objektivierbar zugeordnetes Merkmal.*

Es zeigt sich, dass verschiedene Merkmale zur Erhöhung des Erregungspotentials beitragen, dass sie aber von unterschiedlichen Versuchspersonen ganz unterschiedlich gewichtet werden. Sie werden individuell verschieden erlebt, sind abhängig z.B. von der Gestimmtheit, dem zuvor Geschauten usw.

Nach der Philosophie und der Biologie muss auch die moderne psychologische Ästhetikforschung eingestehen, dass sie *nicht weiß, was Schönheit ist!*

Wer kann mir jetzt noch weiterhelfen?!

3.3 Maß-Ästhetik oder: Liegt die Schönheit doch im Objekt?

Durch Zufall stoße ich auf mir unbekanntes Literatur: Die Vertreter der "neuen, philosophisch und wissenschaftlich begründeten, *numerischen Ästhetik*" und der "*Informationsästhetik*" behaupten, man könne Schönheit mathematisch messbar machen und auf diese Weise *objektivieren*. Ich kann nicht mehr daran glauben, will aber einen letzten Versuch wagen.

Die Maßästhetiker wollen nach eigenen Worten auf alle philosophischen Ansätze bzw. Begriffe verzichten und die Unklarheiten und Vieldeutigkeiten der alten Theorien überwinden; aus der Ästhetik solle eine den Naturwissenschaften nacheifernde Realwissenschaft werden. Der Pionier dieser Ästhetik in Deutschland, Max Bense, beruft

sich auf Philosophen wie Leibniz, Peirce und Whitehead, vor allen aber auf Hegel. Die Ästhetik brauche ein philosophisches Fundament; der ästhetische Analyse müsse die Analyse der Seinsfrage vorausgehen. Bense setzt voraus, dass es im Gesamtbereich des Seienden *spezielles Seiendes* gebe, das der Ästhetik als Erfahrungsbereich diene und so die Gegenstände für gewisse Prädikate wie "schön" und "unschön" bilde (so wie im logischen Urteil eine Aussage wahr oder falsch sein könne). Wegen der "Relativität" der ästhetischen Wahrnehmung könnten die ästhetischen Begriffe aber nicht definiert werden. Unter Ästhetik versteht Bense in erster Näherung eine "Theorie ästhetischer Zustände", die "materiell" (also nicht nur gedacht oder vorgestellt) und "sichtbarlich" an natürlichen, künstlerischen und technischen Gegebenheiten verwirklicht" seien und dort *festgestellt* werden könnten ("Feststellungsästhetik"). Die Analyse der Form werde aber immer auf mathematische Elemente führen. Durch den Ausdruck sei ein Gegenstand mehr als Realität und erreiche transzendierend einen neuen Modus des Seins. Der ästhetische Terminus Schönheit werde durch den ontologischen Begriff "Mit-Realität" seinstheoretisch bestimmt. Es handele sich um das "ästhetische Sein", das man nicht in seiner Realität, sondern in seiner Schönheit aufspüre. Schönheit werde zwar in der Wahrnehmung tatsächlich beobachtet; die Reduktion auf das reine Ding komme hier aber nicht durch Wahrnehmung, sondern durch *Deutung* zustande. Schönheit werde aus der sinnlichen Realität in ein Reich des Scheins und der Täuschung transformiert und könne dort nur durch *Zeichen* wahrgenommen werden. Nicht der Duft der Rose, der Mond (ein Falter) seien schön, sondern die Wörter, die man für sie erfinde. Physiologisch-psychologische Erfassung von sinnlichen Signalen führe zu einer Befriedigungslehre, und habe deshalb außerhalb des Interesses zu bleiben.

In einer späteren Schrift geht Bense davon aus, dass wir alles, was uns begegne, entweder physikalisch, semantisch oder ästhetisch identifizieren müssten, um es determinieren und verstehen zu können. Tieferes Nachdenken habe ihn zu der These gebracht, dass es im wesentlichen nur zwei wirklich unterscheidbare und dazu gegenläufige Weltprozesse, den physikalischen und den ästhetischen, gebe. Ästhetische Zustände seien "antiphysikalische" Zustände: Physikalisch gehe Ordnung in Unordnung über, "ästhetisch" sei das Gegenteil der Fall.

3.3.1 Numerische Ästhetik

Siegfried Maser sieht - im Gegensatz zu Bense - das Gesamtproblem der Ästhetik aufgespalten in eine geisteswissenschaftliche "Wertästhetik" und eine "reine oder theoretische Ästhetik". Letztere arbeite mit einem allgemeinen "neuen mathematischen Verfahren zur *objektiven*, quantitativen Beschreibung" (und Bewertung) "ästhetischer Zustände" in der "numerischen Ästhetik". Maser ist überzeugt, er könne die Schönheit objektiv, also unabhängig vom Betrachter beschreiben und bewerten und könne ein *vom Menschen unabhängiges* ästhetisches *Maß* finden. Im Vordergrund steht dabei die Frage: "Wie ist Ästhetisches messbar?" Maser will methodisch in völliger Analogie zur Physik vorgehen; er will allgemeine nachprüfbare Sätze über reale, empirische Objekte, "die man sehen kann" aufstellen, ästhetische Begriffe definieren und ästhetische Größen messen. Da es ästhetische Zustände und Merkmale gebe, unterschieden sich Physik und Ästhetik nur dadurch, dass ein und dasselbe Objekt unter verschiedenen Aspekten betrachtet werde. Das Ergebnis solle ein ästhetisches Maß, ein numerischer Wert sein, die "allein durch das Objekt selbst und durch das Messverfahren gegeben" seien. Im Prinzip solle jedes Subjekt oder auch eine analog zum menschlichen Bewusstsein arbeitende Maschine zu demselben Ergebnis über das Objekt kommen. Nur so könne eine Schönheitsbestimmung *unabhängig* vom *subjektiven* Gefallen zu Stande kommen. Den Maßzahlen brauchten dann nur noch die Prädikate "nicht schön", "schön", "sehr schön" und "einmalig schön" zugeordnet werden, um angeben zu können, welcher Gegenstand schön sei und welcher nicht. Auf diese Weise könne man feststellen, ob bestimmte Personen ein gutes Schönheitsempfinden besäßen oder nicht. Dem einen gefielen Gegenstände mit hoher, dem anderen mit niedriger Maßzahl; solche Definitionen seien aber letztlich reine Konvention, also beliebig. Ein ästhetisches Objekt mit hohem ästhetischen Maß müsse nicht notwendigerweise auch am besten gefallen, so wenig wie eine möglichst hohe Temperatur nicht notwendig ein angenehmes Badewasser ergebe. Maser stützt sich auf den nordamerikanischen Mathematiker George D. Birkhoff, der glaubte, man könne mit der Mathematik, "der Wissenschaft der Abstraktion schlechthin" die Welt erklären, weil Zahlen den Begriffen der Wirklichkeit bereits zu Grunde lägen. Auch das "ästhetische Grundproblem" könne durch eine mathematisch-analytische Theorie gelöst werden. Birkhoff arbeitete unter der Voraussetzung, dass die Gegenstände die unveränderlichen Messgrößen (Invarianzeigenschaften) der ästhetischen Form als räumlich und zeitlich reproduzierbare Größen enthalten und dass man alle auffindbaren

ästhetischen Faktoren ("Invarianten") einer Klasse ästhetischer Objekte bestimmen, untersuchen und den Invarianten bestimmte "sinnvolle und geschickte Zahlenwerte" zuordnen könne. Er definierte das ästhetische Maß M als Quotienten aus der Ordnung O, die der Betrachter entdeckte, und der Komplexität C des jeweiligen Objektes: $M = O/C$. Er untersuchte u.a. Vielecke und setzte für die Komplexität C die minimale Anzahl der geraden Linien, auf denen wenigstens eine Polyederseite liegt, ein; zur Kennzeichnung der Ordnungseigenschaften definierte er fünf verschiedene Anordnungseigenschaften. Birkhoff ließ von verschiedenen Studentengruppen den Schönheitsgrad seiner Polygone schätzen und verglich diese mit seinen Berechnungen.

Maser kritisiert das Birkhoffsche Maß. Bei einer vollständigen Analyse müssten alle Aspekte berücksichtigt werden (Form, Farbe, Intensität, semantische Bedeutung u.a.m.); erst diesen Kriterien entspreche eine vollständige Definition des Begriffes schön. Die Maßzahl dürfe nicht - wie bei Birkhoff - auf das Subjekt bezogen werden. Wie kommt Maser nun zu der Gleichung einer vollständigen ästhetischen (Makro-)Analyse, die ein ästhetisches Objekt vollständig beschreibt? Er bedient sich der Mengenlehre: Die Menge L ist einfach das "Repertoire" von Elementen, die in einem bestimmten ästhetischen Objekt überhaupt vorkommen. Reihenfolge, Kombination und Variation von Kriterien im Gegenstand spielen in dieser Menge keine Rolle; die unterschiedlichsten Eigenschaften werden gleichberechtigt berücksichtigt. Aus der Menge L können beliebige Elemente beliebig oft entnommen und zu einem Objekt zusammengesetzt werden. Das ästhetische Gesamtmaß $M_{\text{Ä}}$ ist die Summe aller gefundenen Einzelmaße, es wird auf Maßzahlen zwischen 0 und 1 normiert und bekommt eine Maßeinheit:

$$M_{\text{Ä}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{n_i} \frac{\sum_{j=1}^{h_i} E_{ij}}{h_i \cdot c_i} \text{ birk}$$

(Ist das die Zauberformel für die Schönheit meiner Schmetterlinge?).

Die Wirkung spezieller Sachverhalte auf ein spezielles Subjekt nennt Maser "Geschmack". Um die Gefallensbeziehung zwischen Objekt und Subjekt zu berücksichtigen, will er nachträglich den Unterschied zwischen den "subjektiven" und den "objektiven" (Zahlen-)Werten durch (mathematische) "Geschmacksfaktoren" beheben.

3.3.2 Informationsästhetik

Bense fordert, die grobe makroästhetische Analyse müsse durch eine mikroästhetische Analyse, in der die visuelle Bedeutung stark zurücktrete, ergänzt werden.

Mikroästhetische Elemente, die am Gegenstand wahrnehmungsmäßig und vorstellungsmäßig *nicht direkt zugänglich* seien, müssten berücksichtigt werden. Der ästhetische Zustand erweise sich als ein statistischer Prozess; in Bezug auf ein Rechenschema sei es völlig gleichgültig, ob man dabei von einem System körperlicher Partikel namens "Gas" oder einem System farbiger Flecken ausgehe. In beiden Fällen gehe es um die statistische Wahrscheinlichkeit, ein Partikel an einer bestimmten Stelle anzutreffen. Die Methoden der Informations- und Kommunikationstheorie könnten auf die "Informationsästhetik" übertragen werden. Da ästhetische Gegenstände "Zeichen-Träger" seien, die Nachrichten aussendeten und demnach "ästhetische Informationen" übermitteln könnten, erfolge die Vermittlung zwischen "Objekt" und "Subjekt" durch ein System von Zeichen, die phänomenale Substrate des Bewusstseins seien.

Rul Gunzenhäuser, will eine Brücke schlagen von Birkhoffs Ansatz zu neueren mathematischen und kybernetischen Theorien. Dazu benutzt er Helmar Franks Modell der Lerntheorie und die Shannon-Gleichung aus der Nachrichtentechnik:

$$H = n \sum_{i=1}^{h_i} p_i \cdot \log \frac{1}{p_i}$$

(H = Informationsmenge, p_i = Wahrscheinlichkeit, \log = log dualis).

Da prangt die Wunderformel, prächtig und nüchtern zugleich, auf dem Papier.

(Aber ich kann noch nicht viel damit anfangen. So weit ich sehen kann, geht es um die Menge an Information, die sich aus der Anzahl n der Zeichen und der Summe aller mittleren Informationsbeträge aller Zeichen zusammensetzt. Was hat eine Gleichung aus der Nachrichtentechnik mit der Schönheit meiner Schmetterlinge zu tun? Wie will man mit ihrer Hilfe ästhetische Inhalte übermitteln? Wie sollen sie zahlenmäßig bestimmt, unterschieden oder gemessen werden?)

Gunzenhäuser erklärt: Wenn man den Begriff der Information mathematisch präzisieren wolle, müsse man ihn bedeutungsfrei einführen, als das Nur-Messbare oder Abzählbare an einer Nachricht (so wie die Telegramm-Annahme am Inhalt nicht interessiert sei und lediglich die Wörter zähle). Die Shannongleichung habe er gerade wegen ihrer "großzügigen" Abstrahierung und "wirklichkeitsfremden" Informationsdefinition gewählt; sie sei so formal, dass sie als Indices für *alles mögliche* gedeutet werden könne - deshalb auch für die Schönheit.

Einige Informationsästhetiker sind der Ansicht, nach der Entfernung von der Realität müsse wieder eine Annäherung mit Hilfe einer Zuordnung eines Inhalts zu den mathematischen Strukturbegriffen erfolgen. Helmar Frank meint, die ästhetische Wahrnehmung werde in der exakten Informationsästhetik zu einer Rechenoperation (Algorithmus), die durch Modellfunktionen und -parameter festgelegt werden könne. Eine "Approximation" an die Situation des Schönheitskonsumenten könne durch Rechenautomaten als Subjekt-Modelle erreicht werden. Diese müssten nicht genau der menschlichen Situation entsprechen, wenn sie nur exakte Definitionen und eine sukzessive Annäherung an die Realität ermöglichen.

Gunzenhäuser will die Begriffe Komplexität und Ordnung in die Sprache der Informationsästhetik übersetzen. Da wir uns - nach Birkhoff - bei der Wahrnehmung von Zeichen einer gewissen Anstrengung unterziehen müssten, die u.a. von der Häufigkeit der einzelnen Elemente des Gegenstandes abhängen, und da Shannon berücksichtige, dass Einzelzeichen mit größerer Häufigkeit (bzw. Wahrscheinlichkeit) eine geringere Information als Zeichen mit geringerer Häufigkeit besitzen, könne mit der Shannonschen Formel auch die psychische Erkenntnis berücksichtigt werden, dass die Anstrengung zur Berechnung der statistischen Information bei der Wahrnehmung häufigerer Zeichen kleiner sei. Der Betrachter fasse Zeichen zu Superzeichen zusammen. Dadurch werde für ihn die komplexe Information vermindert unter gleichzeitiger Zunahme der "subjektiven Redundanz" (worunter Frank die mehr oder weniger regelmäßige Wiederkehr gleicher Elemente versteht, was ein besseres Verstehen bedeutet). Die Informationsreduktion sei ein informationstheoretisch erklärbarer Ordnungsgewinn ("Negentropievorgang"), der dem Birkhoffschen Maß der subjektiven Ordnung O entspreche. Daraus folge: Je vollkommener die in der selektiven Phase wahrgenommene (nachrichtentechnische) Information in der synthetischen Phase durch Bildung von Strukturen und Ordnungen

reduziert werden könne, desto Größer sei die ästhetische Information. Entsprechend der Birkhoffschen Definition $M = O/C$ könne man nun schreiben: $M = R/H$ (M = Maß der ästhetische Information, R = subjektive Redundanz, H = objektive Informationsmenge des Gegenstandes).

3.3.3 Kritik der Maßästhetik

In den Theorien der Maßästhetiker sind mir fünf Punkte besonders aufgefallen:

1. die eigenartige Verquickung philosophisch-metaphysischer Überzeugungen mit dem Anspruch auf Wissenschaftlichkeit sowie das weitgehende Fehlen exakter Definitionen und empirischer Absicherung des Behaupteten, 2. das unkritische Hantieren mit physikalischen, mathematischen und zeichentheoretischen Begriffen und ihre Übertragung auf die Ästhetik, 3. die Reduzierung der Schönheit auf eine Strukturtheorie bzw. ihre Fixierung auf ein informationstheoretisches Modell einer mathematischen Strukturästhetik, 4. die Vernachlässigung aller physiologischen, psychologischen und entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen, die Trennung von Objekt und betrachtendem und erlebendem Subjekt bzw. dessen völliges Außerachtlassen, also die Beschränkung auf das ästhetische Objekt mit der Behauptung, die Schönheit liege im Gegenstand (absoluter Objektivismus) und sei dort (mehr oder weniger) erkennbar (naiver Realismus) und 5. ein offenbar bedingungsloses Vertrauen in die Ratio und die Logik bei gleichzeitigem Ignorieren aller Empfindungen, Erlebnisse und Gefühle.

Zu 1: Bense verspricht die Lösung des Schönheitsproblems durch eine objektiv empirische Methode - er untersucht aber nicht einen einzigen "schönen Gegenstand". Er will "ästhetische Eigenschaften feststellen", diese existieren aber offensichtlich so wenig wie philosophische oder naturwissenschaftliche Eigenschaften eines Gegenstandes. Benses Ausführungen sind oft so dunkel wie die seines Vorbildes Hegel, für den der Welt-Prozess eine "Entfaltung des Geistes" war, der von einem "geistigen Prinzip" alle anderen Erscheinungen spekulativ ableiten wollte und der dabei in Konflikt mit den Erfahrungstatsachen geriet. Bense folgt hier einem Philosophen, der lehrte, Schönes finde man im Kunstschönen, im Naturschönen sei die "Idee des Schönen" nur mangelhaft verwirklicht. Da verwundert es nicht, wenn Benses Kollege Helmar Frank die Frage stellt, ob es "so etwas wie Naturschönes" überhaupt gebe.

Zu 2: Man kann spezifisch-physikalische Methoden nicht in die Ästhetik übertragen, weil wir es hier immer auch mit subjektiven Prozessen zu tun haben. Andererseits gehorchen

auch die ästhetischen Prozesse (sofern es solche gibt) den physikalischen Gesetzen; sie können also den physikalischen Prozessen nicht entgegengesetzt orientiert sein. Den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen widerspricht Bense, wenn er behauptet, es gebe in der Physik keine reversiblen und keine nicht determinierten Vorgänge; diese seien allein ein Charakteristikum der ästhetischen Prozesse.

Zu 3: Völlig unklar bleibt, wo die Grenze zwischen Makro- und Mikroästhetik verlaufen und was unter "Elementen" verstanden werden soll. Maser meint: Farbflecken; aber diese sind keine Elemente, die man nicht sehen kann (davon abgesehen, hängt es vom Auflösungsvermögen unserer Augen ab, was wir noch als getrennte Punkte wahrnehmen; bei Benutzung einer Lupe müsste sich auch die Definition ändern). Der Shannonformel wird eine magische Wirkung zugetraut. Tatsache ist, dass für die technische Information nur die *Anzahl* und die Häufigkeit (bzw. die Wahrscheinlichkeit) des Auftretens der Elemente entscheidend ist - und sonst nichts. Die benutzten Häufigkeitswerte sind dazu noch *Mittelwerte* (die durch beliebige Proben der Nachricht ermittelt werden können); die "Information" bleibt bei jeder Umordnung der Elemente dieselbe.

Beim Wahrnehmungsprozess tastet das menschliche Auge ein Muster mit einer gewissen Regelmäßigkeit ab. Beim Schönheitsempfinden entscheidet die Anordnung der Elemente über Harmonie, Rhythmus, Symmetrie usw. - "Anordnung" aber kommt in der Shannon-Gleichung gar nicht vor! Beim schönen Gegenstand müssen und können Einzelheiten angegeben werden - durch eine Mittelwertbildung jedoch werden solche Informationen nicht zusammengefasst, sondern zerstört. Das Wesentliche eines Musters kann also gar nicht übermittelt werden!

Was haben die Maßästhetiker mit der Schönheit gemacht? Mit ihrer blutleeren Formel können sie den Reichtum eines Schmetterlingsmusters nicht erfassen!

Da nützt es auch nichts, noch nachträglich einen geisteswissenschaftlichen Aspekt draufquetschen zu wollen.

Zu 4: Wie die Naturwissenschaften ist die Ästhetik auf die Wahrnehmung und das Erlebnis angewiesen. (Besonders visuelle) Wahrnehmungen und Emotionen aber sollen in der Maßästhetik zurücktreten oder eliminiert werden. An Stelle von Menschen sollen Rechenautomaten über Schönheit entscheiden. Wenn die ästhetischen Theorien nicht auf den Menschen passen, werden nicht die Theorien geändert, sondern die Menschen abgeschafft. Wodurch weiß Maser, was er als ästhetische Messwerte ansieht, wenn nicht durch sein eigenes Schönheitsempfinden? Es gibt keine vom Menschen unabhängige, "objektive" Ästhetik.

Zu 5: Die meisten Maßästhetiker sind der Ansicht, Schönheit sei logisch strukturiert und lasse sich rational erfassen. Die Mathematik solle ihre Vielfalt auf einige wenige Prinzipien zurückführen, schwierige Zusammenhänge in einfache verwandeln und aus der qualitativen Schönheit eine quantitative machen: die Schönheit solle durch die normierte Summe aller ästhetischen Maßzahlen aufsummiert werden. Die Ästhetik wird zu einer abstrakten Strukturtheorie: Ob es sich um einen "ästhetischen" Gegenstand handelt oder nicht, will Bense durch eine Analyse einer Welt entscheiden, die "der Natur und der Gegenstände nicht mehr bedarf". Diese mathematisch-kybernetische Ästhetik ist im Prinzip genauso übersinnlich wie die alte metaphysische. Die Maßästhetiker mögen sehr gute Mathematiker sein - hinter das Geheimnis der Schönheit aber sind auch sie nicht gekommen.

Aber es gibt auch einen brauchbaren Ansatz: Wir können das Sender-Empfänger-System als Objekt-Subjekt-Beziehung auffassen, in der ein gemeinsames Reservoir an Zeichen existiert. Dem Begriff "Information" müssen wir nicht nur das zuordnen, was gesendet wird (syntaktischer Aspekt der Information), sondern auch das, was im Empfänger durch die Nachricht entsteht, was verstanden wird (semantischer Aspekt). Im Empfänger bekommt eine (sonst nichts sagende) Nachricht einen Sinn, eine Bedeutung. Welcher Art diese ist, hängt von der "Struktur" und dem Vorwissen des Empfängers ab.

In unserem Fall ruft die Nachricht eine innere Handlung, unser Schönheitserlebnis, hervor. Auch hier wird dem Empfänger (nur) die Häufigkeit der Elemente mitgeteilt - über deren Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit entscheidet er selbst und zwar jetzt nach der Prämisse: Je unwahrscheinlicher das Auftreten der Elemente für ihn ist, umso mehr Ordnung findet sich im Objekt. Damit verträgt sich unsere Feststellung, dass dem Empfänger - gemäß Shannongleichung - nichts über die Ordnungseigenschaften des Gegenstandes mitgeteilt wird (selbst bei Gunzenhäuser heißt Ordnung "*subjektive Redundanz*"). Die Wahrscheinlichkeit der Zeichen allein kann aber nicht ausschlaggebend sein. Oder ist ein Schmetterling schön, weil seine Struktur leichter der Informationsübertragung dient oder eine gute Superzeichenbildung ermöglicht? Kann durch den Zusammenbruch einer komplexen "Information" auch etwas "Hässliches" übermittelt werden?

Die semantische Information ist mit einem Wissenszuwachs in einem Lern-Prozess verbunden. Wenn Schönheit überraschender Wissenszuwachs wäre, wäre der Grad der Schönheit davon abhängig, wie viel ich intellektuell (bewusst) verstanden hätte. Hier

kommt es aber gar nicht darauf an, dass die Signale, die von einem Schmetterling ausgehen, neu und überraschend für mich sind; ich suche nicht unbedingt eine Innovation, wenn ich seine Schönheit genieße. Wenn ich einen Falter hundert Mal betrachte, haben seine Botschaften für mich bei jedem Betrachten weniger Neuigkeits- und Überraschungscharakter. Mein Objekt müsste - nach der These der Maßästhetiker - jedes Mal weniger schön sein. In realiter bleibt es aber immer genauso schön. Der französische Informationstheoretiker Abraham A. Moles betont, der Mensch suche in einer Schönheitsnachricht weniger die logische Information als vielmehr die *ästhetische Originalität*. Die semantische Information sei logisch, intellektuell, bewusst, zweckgebunden, strukturiert, aussprechbar, in andere Sprachen übersetzbar und nicht zu trennen von Handlung und Bedeutung. Um aber Schönheit wahrzunehmen, sei eine "ästhetische Information" notwendig. Diese sei nicht logisch; sie sei unterschwellig, nicht strukturiert, nicht begrifflich verstehbar, nicht in andere Sprachen oder in ein System logischer Zeichen übersetzbar und löse keine Handlungen aus. Sie habe kein Ziel im herkömmlichen Sinne und keinen Nützlichkeitscharakter, außer dass sie in uns affektive innere Zustände, ästhetische Ergriffenheit auslöse, die von Psychoästhetikern oder Psychophysiologen festgestellt werden könnten. (Ich erinnere mich, dass unsere beiden Großhirn-Hälften unterschiedlich arbeiten. Die linke Hälfte ist intellektueller und sprachlich organisiert, die rechte Hälfte ist emotionaler und ohne Sprache. Vielleicht empfinden wir Schönheit in dieser rechten Hälfte?)

Es wird höchste Zeit, dass ich mich mit den gehirnphysiologischen Forschungsergebnissen unserer Schönheitswahrnehmungs-Vorgänge beschäftige!

3.4 Wie kommen die Schmetterlinge ins Gehirn?

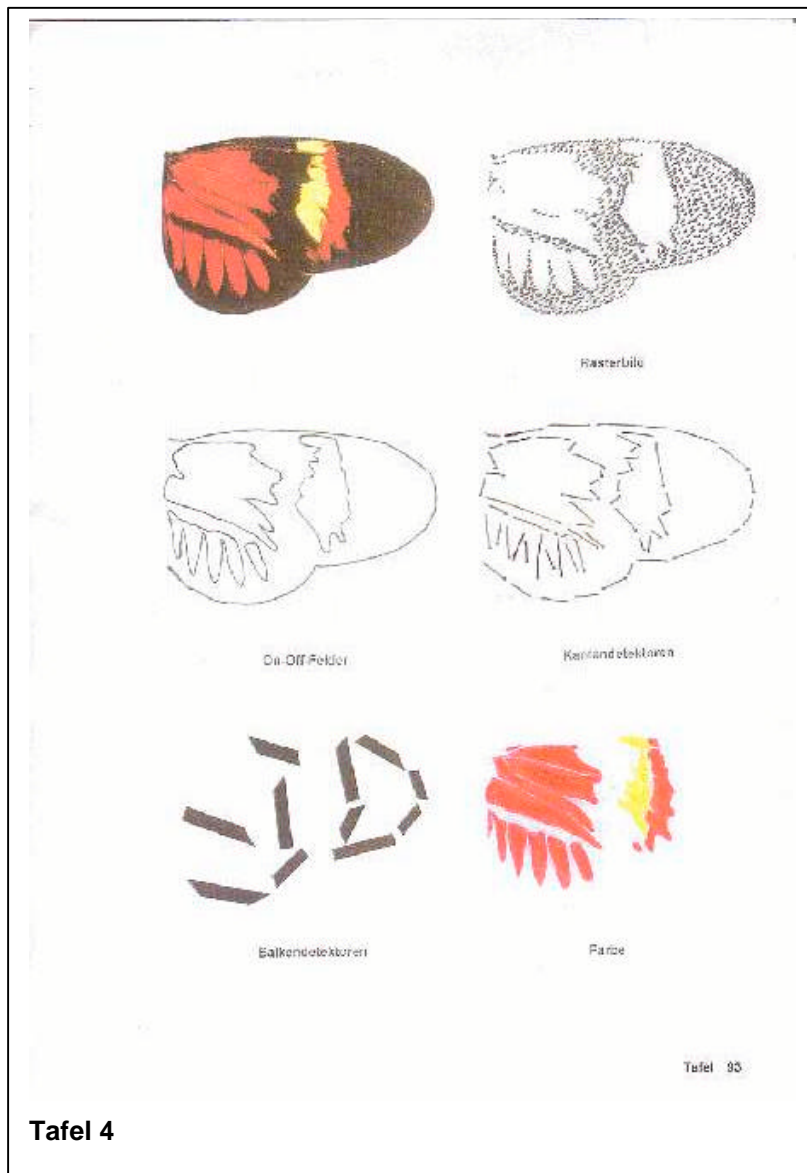
Würden wir wissen, was Schönheit ist, wenn wir unsere Gehirn-Vorgänge kennen würden? Es existiert weit und breit keine Theorie, wie Schönheitserlebnisse und physiologische Gehirn-Vorgänge miteinander in Verbindung gebracht werden könnten. Aber wir wissen doch eine ganze Menge über unsere Wahrnehmungs-Vorgänge. Wenn elektromagnetische Wellen in unser Auge fallen, gelangen Photonen zu lichtempfindlichen Nervenzellen der Netzhaut (Retina). Diese Lichtsinneszellen werden fortwährend von einem unvorstellbar vielfältigen Bombardement der unterschiedlichsten Intensität und Frequenz getroffen. Unsere Sehzellen sprechen aber nur auf einen

schmalen Wellenlängen-Bereich des elektromagnetischen Spektrums an, den wir bekanntlich als Licht (Farbspektrum von Rot bis Violett) bezeichnen. In unserer Retina besitzen wir zwei unterschiedliche Typen von Sehzellen, die "Stäbchen", die für Helligkeitswerte und die "Zapfen", die vorwiegend für Farben zuständig sind. Wenn wir nur Stäbchen in der Netzhaut hätten, sähen wir also die Welt nur grau in grau. Ohne dass sich die Umwelt veränderte, sähen wir sie also völlig anders. Die Schönheit der "bunten" Schmetterlinge hängt vom Bau unserer Augen ab!

Die Stäbchen enthalten Sehpurpur (Rhodopsin), das Photonen absorbiert; die dabei entstehenden chemischen Umwandlungsprodukte sind die Ursache der "Impulse" (Ionenströme und elektrische Felder), die zu den Ganglienzellen gelangen. An allen Verbindungsstellen zwischen den Nerven, in den Synapsen, werden diese Botschaften als chemische Stoffe weitergeleitet. Das ist elektrische und chemische Schönheit! Die Schmetterlings-Schönheit kann doch unmöglich nur (und wenn auch nur vorübergehend) in irgendwelchen Strömen oder Transmitter-Molekülen stecken! Es ist aber so - mehr noch: Ganz egal, ob es sich um Licht- oder Schallwellen oder um Gerüche handelt, ob das Licht mit unterschiedlicher Intensität und Wellenlänge auf die Sehzellen trifft - alle daraus resultierenden Nerven-Impulse werden lediglich in ein und derselben Klick-Klick-Sprache weitergeleitet. Auf diese Weise bleibt nicht einmal etwas spezifisch Optisches übrig. Wo aber stecken aber dann die Besonderheiten eines komplizierten Flügelmusters? In gewisser Weise bleibt Optisches übrig: Erstens wird mit wechselnder Frequenz gearbeitet und zweitens werden die Nachrichten der unterschiedlichen Sinnesorgane auf getrennten Nervenbahnen weitergeleitet und gelangen in unterschiedliche Gehirnbereiche.

Wie wird unsere Umwelt nun im Einzelnen verarbeitet? Es beginnt, wie gesagt, in der Netzhaut. Zuerst glaubten die Wissenschaftler, hier existierten einfache Zellen, die helle und dunkle Punkte erfassen, die dann im Gehirn wieder zu einem Bild zusammengesetzt werden. Dann fanden sie Kanten-Detektoren, die Helligkeitsunterschiede besonders hervorheben und einen Gegenstand auf diese Weise kontrastreich machen. Es handelt sich um Sehzellen, die ein lichtempfindliches positiv arbeitendes Zentrum und ein diese Aktivitäten hemmendes Umfeld bilden und gemeinsam an eine bestimmte Ganglienzelle ableiten. Die meisten Ganglienzellen reagieren aber nur, wenn ihr Rezeptorfeld von einem schräg stehenden, balkenförmigen Lichtschein, einem solchen mit bestimmter Orientierung oder einem sich in eine bestimmte Richtung bewegendem Lichtpunkt oder Balken stimuliert werden. Diese noch einfachen Verarbeitungsschritte hat man versucht,

durch Computersimulationen anschaulich zu machen (Tafel 4). Heute weiß man, dass die Retinazellen hochkomplex verschaltet sind. Die Netzhaut besteht aus fünf Schichten unterschiedlicher Zelltypen, die Zahl der bekannten Unter-Zell-Typen hat bereits die Zahl



Tafel 4

50 überschritten. Die Botschaften kursieren innerhalb und zwischen den Schichten, was zur Folge hat, dass die Retina mit automatischer Aussteuerung und Verstärkung einzelner Bereiche (z.B. Bevorzugung der veränderlichen und bewegten Gegenstände) arbeitet; sie führt bereits eine Bildanalyse durch, indem sie "interessante" Meldungen der Außenwelt hervorhebt und "uninteressante" abschwächt oder überhaupt nicht weitermeldet. Die Augen verarbeiten ca. 2×10^8 (zweihundert Millionen) bit/s, die ableitenden Nervenfasern "nur" 2×10^6 (zwei Millionen) bit/s; in unser Bewusstsein

gelangen nur noch 16 bis 160 bit/s. Es bleibt also nur der 10-millionste Teil erhalten! Wie können auf diese Weise die ursprünglichen Formen und Farbeigenschaften in unser Gehirn gelangen? Da bleibt doch die gesamte Schönheit auf der Strecke! Aber vielleicht entsteht sie erst auf diese Weise. So sehr ich mich auch dagegen wehre - ich muss mich damit abfinden: Schönheit ist erst möglich durch Dechiffrierung und Neuverschlüsselung inklusive millionenfacher Reduzierung der um uns existierenden Welt.

Andererseits werden wir ständig über den wahren Zustand der Welt getäuscht.

Angenommen, es gäbe doch eine objektive Schönheit - wir würden sie gar nicht kennen

lernen. Aber mit einem getreuen "Abbild" unserer Umwelt könnte unser Gehirn sowieso nichts anfangen; es wäre doch viel zu aufwändig und verwirrend.

In unserem Gehirn sehen wir die Welt - obwohl es stockdunkel ist und meinen noch, alles, was wir sehen, sähen wir "da draußen". Unser Gehirn ist die Bühne, auf der das Welttheater aufgeführt wird. Doch wo sehen wir nun? Für den Sehvorgang sind in erster Linie das Zwischen- und das Großhirn zuständig. Von der Retina verläuft der größte Teil der Nervenfasern zum optischen Zentrum im Zwischenhirn, dem seitlichen Kniehöcker des Thalamus. Dieser sammelt die Daten und entscheidet, ob sie weitergeleitet werden oder nicht. Der Großteil der Nervenfasern vom Thalamus führt zum primären und sekundären Sehfeld im visuellen Cortex, von hier aus geht es weiter zu verschiedenen Assoziationsfeldern der Großhirnrinde. Daneben gibt es noch andere Bahnen und auch entgegengesetzt verlaufende Fasern - die ursprünglichen Daten können durch Rückmeldungen verändert werden.

Bis zu einem gewissen Grade kann ein Sehfeld anordnen, was und wie gesehen werden soll. Unser Sehsystem ist gezwungen, viele Botschaften synchron zu verarbeiten, zu vergleichen, zu identifizieren und zu interpretieren. Seit einiger Zeit wissen wir, dass wir drei Gruppen von Nervenzellen besitzen, von denen jede ein unterschiedliches Sehsystem darstellt; eines für Lage- und Formwahrnehmung, ein zweites für das Farbsehen und ein drittes für Bewegung und räumliches Sehen. Die Trennung beginnt wiederum in der Netzhaut und zwar mit Hilfe von sog. kleinen und großen Ganglienzellen. Die kleinen vergleichen die Meldungen der drei Zellgruppen miteinander, verstärken die eine Information und schwächen die andere ab; die großen addieren alle drei Informationen und leiten die Mischinformation weiter. Die großen Zellen sind farbenblind. Wenn z.B. die für den Rotbereich zuständigen Zapfen eine starke, die für den Blaubereich eine schwache Intensität melden, wird das Rot-Signal in den kleinen Ganglienzellen verstärkt (aus der "Mischfarbe" wird eine "rote" Farbe), in den großen Ganglienzellen werden beide Signale (zu Helligkeits- oder Raumsignalen) addiert. Die Schmetterlinge werden in drei Komponenten zerlegt, die noch einmal verändert werden - jedes Sehsystem und jedes Ganglienzelltypsystem "sieht" die Welt anders. Obwohl auf diese Weise doch die Realität noch einmal "verfälscht" wird, erfahren wir trotzdem eine ganze Menge über unsere Umwelt. Oder sehe ich etwa meine Schmetterlinge nicht schön deutlich vor mir?

Wir sehen die Gegenstände also im Gehirn; aber wie geschieht das? Und wo und wie wird uns das Gesehene bewusst? Und vor allem: wo und wodurch werden Schmetterlinge schön?

Unser Gehirn ist das komplexeste Gebilde auf dieser Erde (und vielleicht im gesamten Weltall). Unsere Großhirnrinde (Neocortex) ist ein (zwar nur) zwei Millimeter dickes (aber stark gefaltetes) Nervengewebe an der Oberfläche des Großhirns, das aus 25 Milliarden(!) Nervenzellen mit einem Nervenfasersystem von ca. 350 000 km(!) Gesamtlänge besteht. Sie kann in viele Regionen unterschiedlicher Funktionen eingeteilt werden. Am Sehvorgang sind 40 Areale mit ca. 15 Millionen Zellen beteiligt. Ein Querschnitt durch die Sehrinde zeigt zwar sechs abwechselnd zellarme und zellreiche Schichten, aber im gesamten Neocortex ist es unmöglich, die Nervenzellen überschaubar zu ordnen, weil es keine Vorzugsrichtung gibt, da die Nervenfasern wie rein zufällig nach allen möglichen Richtungen miteinander verkabelt scheinen (Bei der Erforschung der Großhirnrinde haben viele Forscher das Handtuch geworfen oder waren nahe davor.).

Im primären Sehfeld wird z.B. die Rundung an der Spitze eines Flügels begutachtet. Im sekundären Sehfeld erkennen wir Gegenstände. In beiden Fällen wissen wir aber nichts davon. Erst im nichtvisuellen Assoziationscortex (Schläfen- und Stirnlappen) vereinigen sich die Impulse aus den visuellen Bereichen. Jetzt sehen wir bewusst. Hier wird es auch möglich, beispielsweise eine unvollständige Gestalt unbewusst zu ergänzen etc. Ein Areal für die Wahrnehmung von Natur-Schönheit, wie man früher glaubte hat man nicht gefunden, aber es scheint seltsamerweise ein Feld zu geben, das besonders auf Natur-Gegenstände anspricht.

Noch vor kurzem fragte man sich: Und wo befindet sich das Zentrum, wo die Botschaften der visuellen und der Assoziationsbereiche zusammengefasst werden, wo wir ein einheitliches Bild sehen oder zu sehen glauben? Solch eine übergeordnete Instanz, solche Bildwahrnehmungszentrale, gibt es nicht. Stattdessen kommunizieren die verschiedenen Module auf vielfältige Weise; man fand die Erregungsmuster dabei über den gesamten Hirnglobus verteilt. Alle Prozesse werden so miteinander verwoben, dass Wahrnehmen und das Wahrgenommene interpretieren identisch werden. Alle Zellen geben Nachrichten an sehr viele andere Zellen weiter und empfangen selbst Nachrichten von zigtausenden anderen Nervenzellen (im Cortex befinden sich mindestens 100 Billionen = 10^{12} Synapsen, bis zu 5.000.000 an einer einzigen Zelle). Der Neocortex muss als emergentes Ganzheits-Phänomen betrachtet werden. Die Zellen einiger Zellschleifen aktivieren sich wechselseitig; sie senden alle gleichzeitig, wodurch die

Synapsenverbindungen zwischen ihnen kurzzeitig stabilisiert werden und sich selbst erhaltende Erregungskreise entstehen. Bei unterschiedlicher Sinneszellenreizung entstehen immer wieder andere "Gehirnmuster". Dieses diffuse Netzwerk müssen wir uns weniger als räumliche, sondern vielmehr als zeitlich (synchrone) existierende Struktur vorstellen.

Hier kann einem schwindelig werden! Jeder Schmetterling, jedes Muster, jede Mustervariante bedeutet eine anders geartete Aktivität von Millionen von Hirnzellen, ein unterschiedliches Kreisen von Impulsen durch Kaskaden gleichzeitig arbeitender Zellen. (Da zudem noch jedes Gehirn im Jugendstadium anders "verdrahtet" wurde, muss jedes Schönheitserlebnis aus anderen Schönheitsmustern resultieren.)

3.5 Ist Schönheit ein Phantasiegebilde?

3.5.1 Der Radikale Konstruktivismus oder: Schönheit ist nur ein Phantasiegebilde

Mir geht alles, was ich gehört habe, unentwegt im Kopf herum. Immer wieder stelle ich mir die Fragen: Kann mein Gehirn sich überhaupt ein zutreffendes Bild von der Welt machen, wenn die Nachrichten aus ihr doch nur in der Nervensprache zu ihm gelangen? Wie kann es aus den kärglichen Resten, die zu ihm durchdringen, die realen, wunderschönen Schmetterlinge rekonstruieren? Oder sind die Schmetterlinge in meinem Gehirn - und dieser Gedanke lässt mich bis ins Mark erschauern - etwa gar nicht die (nicht einmal die stark dezimierten) Kopien der realen Schmetterlinge?! Aber, was sind sie dann? Ich habe das Gefühl, als würde mir der Boden

unter den Füßen weggezogen... Kann es denn sein, dass sich unser Gehirn aus all den elektrischen Daten *selbst* die Schmetterlinge *erzeugt*?! Weil sie ihm *nie direkt begegnet*, ist unser Hirn gezwungen, sich die Welt zu *konstruieren*. Alles um mich herum ist nur eine Scheinwelt, eine Konstruktion meines einsamen Gehirns! Ich sehe also - ja, was sehe ich, wenn ich einen Falter vor mir zu sehen glaube? Ich "sehe" nur von meinem Gehirn, von mir, *erfundene* Schmetterlinge!!

Ich darf von jetzt ab einen echten Schmetterling nicht mehr mit meinem Erlebnis eines Schmetterlings verwechseln. Wenn ich einen Schmetterling vor mir sehe, kann ich lediglich behaupten, dass ich im Moment eine Wahrnehmung habe. Was diese Wahrnehmung mit dem "wirklichen" Schmetterling zu tun hat, ist ungewiss. Da mir der

"reale" Schmetterling nicht direkt gegeben ist, kann ich von ihm nie eine völlig sichere Kenntnis haben! Das Erlebnis eines Schmetterlings in meinem Gehirn ist für mich sehr viel realistischer als der von mir als realistisch angesehene Schmetterling selbst.

Es fällt mir schwer, von heute auf morgen von meinen vertrauten tagtäglichen, sicheren Alltagserfahrungen abzuweichen. Die Welt scheint doch so wirklich und fühlt sich auch so an. Wenn ich vor mir einen Felsen sehe, auf dem sich Schmetterlinge sonnen, so ist es auch ein Felsen mit Schmetterlingen - was ich spätestens merke, wenn ich gegen den Felsen stoße oder wenn die Schmetterlinge auffliegen, wenn ich mich ihnen nähere. Aber: Wie soll die Welt mir anders erscheinen als stabil, regelmäßig und verlässlich, wenn ich sie mir durch mein Gehirn selbst so konstruiert habe? Die Welt, wie ich sie sehe, ist immer genau das: die Welt, wie ich sie sehe. Die Welt, die ich erlebe, ist so und *muss* so sein, wie sie ist, weil *ich sie so gemacht* habe.

Auch einige Biologen und Neurokybernetiker sind dieser Meinung; sie gehen sogar noch einen Schritt weiter und behaupten: Unser Gehirn ist ein informational *völlig* abgeschlossenes System. Seine Zustandsänderungen sind nur von den eigenen Operationen abhängig und nicht etwa von externen Vorgängen; die Signale aus der Umwelt wirken lediglich als Randbedingungen, als eine Art Störung ("Perturbation"), sie sind kein determinierender Faktor, nur eine Stimme im Konzert eines Orchesters. Die Projektion eines Bildes auf die Netzhaut beispielweise moduliere den Neuronenzustand, bestimme ihn aber nicht. Der Zustand einer Zellgruppe werde vielmehr durch die Ganzheitlichkeit aller Signale, die von allen anderen Nervenzellen kommen, verändert ("spezifiziert"). Wo ist hier die Grenze zum Solipsismus, der meint, es gebe keinerlei Beweise, dass überhaupt eine reale Welt existiert? Für mein Schönheitsproblem sind diese Behauptungen fatal: Nach ihnen ist Schönheit auf keinen Fall eine Analogie zu den Eigenschaften der Dinge/Lebewesen, jedenfalls keine Schönheit, die gemäß der Ding-Struktur in uns entsteht. Es gibt keinen Weg zu der Schönheit, die wir an den Lebewesen zu finden glauben. Schönheit ist nicht mehr als eine lediglich von unserem Nervensystem erfundene, autonom inszenierte Show. Wenn ich mich an der Pracht eines Schmetterlings erfreue, erfreue ich mich in Wahrheit an einem von mir selbst kreierten Falter. Selbst wenn wir der Natur eine reale Schönheit zubilligten, wir könnten sie ja doch nicht feststellen. Auf diese Weise werden wir nie wissen, warum Schmetterlinge schön sind, wenn wir nicht einmal erfahren können, ob sie die Ursache für unser Schönheitserleben sind oder nicht.

3.5.2 Was bleibt?

Alle Menschen, die ich näher kenne, hegen nicht den geringsten Zweifel, dass wir in einer realen Welt leben. Irren sie sich alle? Sie glauben, dass wir mit Hilfe unserer Sinnesorgane direkte Kunde aus dieser Welt bekommen (viele sind sogar naive Realisten, sie glauben, dass die Welt so *ist*, wie wir sie wahrnehmen). Kaum jemand kümmert sich um die Erkenntnisse des Radikalen Konstruktivismus. So gut wie alle Philosophen und Naturwissenschaftler zweifeln nicht an der (ja unbewiesenen) Voraussetzung unserer Erlebnisse und Erfahrungen nach der Devise "Natur ist die Beschreibung des Wirklichen, oder sollen wir vielleicht sagen, Natur ist die Beschreibung dessen, was man sich bloß einbildet?" Fast alle sind überzeugt, dass es eine Außenwelt gibt, die unabhängig von uns existiert, und dass wir diese Welt - bis zu einem gewissen Grade - auch erkennen können. Ein Schmetterling kommt durch das Fenster geflogen, verfängt sich zweimal in der Gardine und lässt sich schließlich wie eine lebende Provokation direkt vor meinen Augen nieder. Klappt die Flügel auf und wieder zusammen und - sieht unglaublich echt aus. Ich sehe ganz deutlich, wie sein Hinterleib sich beim Atmen bewegt, sehe, wie sein Rüssel versucht, irgend etwas für mich Unsichtbares von der Tischplatte aufzusaugen. Ich könnte ihn anfassen, seine Körper-Wärme spüren, vielleicht einen Geruch wahrnehmen. Ich sehe die Farben seiner Flügel ganz klar abgestuft, und unter dem Mikroskop könnte ich jede einzelne seiner Schuppen genauestens betrachten. Ist das nun ein realer oder ist es nur ein von meinem Gehirn konstruierter Schmetterling?

Der Radikale Konstruktivismus führt in eine Sackgasse. Wenn ich weiterkommen will, muss ich die Realität wiedergewinnen. Ich konvertiere, trete aus praktischen Erwägungen zur Glaubensgemeinschaft der Realisten über. Um mein Schönheitsproblem zu lösen, setze ich die Existenz einer realen Welt voraus. Diese Annahme ist eine Hypothese; deshalb nenne ich mich einen Hypothetischen Realisten. Ich weiß, dass es keine Beweise gibt, die eine solche Aussage verifizieren oder falsifizieren könnte. Ich habe ein Postulat aufgestellt, ein Glaubensbekenntnis abgegeben, haben die Frage nach der Realität der Welt positiv vorweg entschieden. "Ich nehme an, dass es eine Realität gibt, und dann sehe ich, wie weit ich mit dieser Annahme komme. Das ist immer noch besser, als zu behaupten, es gebe keinerlei sichere Erkenntnisse." Ich bezweifle, dass Felsen und Schmetterlinge verschwinden, wenn wir nicht da sind. Aber gibt es für eine solche Weltsicht nicht auch genug gute Gründe? Man kann die Welt nicht allein vom Standpunkt des Gehirns betrachten. Wozu haben wir denn unsere Augen? Gehirn plus Sinnesorgane

haben einen direkten Zugang zur Welt. Wie könnten wir uns als Lebewesen erfolgreich in unserer Umwelt behaupten, wenn unser Gehirn ein abgekapseltes System wäre? Aber was entgegne ich zum Beispiel auf den Einwand, die künstliche Stimulierung eines Sehnervs oder Drogen riefen Lichteindrücke hervor und unser Gehirn könne ja nicht einmal feststellen, woher die Reizung stamme, ja nicht einmal, ob es überhaupt Licht war, dass den Impuls auslöste?: Im Normalfall kann ein Lichtreiz nur vom Auge kommen und dessen Botschaften gelangen immer in die naturgemäß entwickelten Gehirnareale. Das Gehirn bekommt also durch die Impulse Kunde über die Reizintensität, die Art des Reizes (z.B. optisch), den Ort und ggf. die Richtung und über zeitliche Veränderungen. Bei Farbempfindungen beispielsweise werden verschiedene Intensitäten (entsprechend den drei unterschiedlichen Zapfentypen) übertragen, das Intensitäts-Verhältnis erzeugt den Farbton usw. Die Impulse bringen uns also Kunde von der Welt und zwar solche, die den entsprechenden Gegenständen entspricht. Auch die Reduzierung der ursprüngliche Reizvielfalt ist eine zweckmäßige Art der Nachrichtenübermittlung; dabei gehen die Daten nicht einfach verloren, sondern werden zusammengefasst und verdichtet. Was aus den Signalen in einem bestimmten Gehirnbereich wird, ist aus diesen Gründen keine weltabgeschlossene Konstruktion. Unterschiedliche Lebewesen haben eine unterschiedliche Weltsicht - aber alle haben eine Sicht *dieser* Welt. Für sie alle bedeutet eine Botschaft ein bestimmtes Umweltereignis und kein anderes. Wenn ich die von den menschlichen so verschiedenen Wahrnehmungsapparate der Insekten mit denen der Menschen vergleiche, wird mir klar, dass beide die Realität zwar verschieden, aber dem Original analog abbilden. Beide sehen die Welt unterschiedlich, aber beide sehen die gleiche Welt. Ansonsten könnten sich beide in ihrer Umgebung nicht sinnvoll verhalten. Natürlich ist der Weltbildapparat der Insekten beschränkt, aber unser Wahrnehmungssystem ist es ebenfalls. Wir können nur unseren Mesokosmos wahrnehmen; unsere Wahrnehmung versagt in der Welt der Atome und zum Teil im Makrokosmos.

Als Realist habe ich zwei theoretische Alternativen: 1. Die Realität ist für uns Menschen unerkennbar, unzugänglich und nicht hinterfragbar; wir konstruieren uns eine eigene Welt. 2. Die Welt ist für uns mehr oder weniger bzw. teilweise erkennbar. Entscheide ich mich für den zweiten Fall, gibt es wieder zwei Möglichkeiten: 2a. Die Welt ist zwar stofflich vorhanden, aber ungeordnet, ohne jegliche Struktur; erst unser Wahrnehmungsvermögen bringt Ordnung in diese Welt. 2b. Die Welt ist schon geordnet, besitzt Strukturen und Muster.

2b ist eine sehr plausible Möglichkeit (abgesehen davon besteht nur bei dieser Alternative eine Chance, die Natur-Schönheit wissenschaftlich zu untersuchen). Viele Naturwissenschaftler sind nicht nur der Ansicht, dass in der Realität bereits eine Ordnung enthalten ist (im Extremfall sogar eine "prästabilisierte Harmonie"), sondern dass diese der subjektiven Ordnung unserer Begriffe entspreche. Nur deshalb sei es möglich, die Natur zu erforschen und zu erkennen. Vorausgesetzt, es gibt eine Welt und es gibt Sinnesorgane, dann muss die Welt strukturiert sein, sonst könnten die Sinnesorgane nichts abtasten. Die physikalischen Forschungsergebnisse bestätigen diese Ansicht: Bereits Atome und Moleküle, die wir ja gar nicht durch unsere Wahrnehmung kennen, bestehen aus kleineren Teilchen, sind also strukturiert. So bleibt nur die Frage, wie unser Nervensystem diese Strukturen wahrnimmt. Plotin schrieb, unser Auge sei ein Abbild der Sonne. Moderne Biologen, Kybernetiker und Hirnanatomen sind der Ansicht, es gebe bestimmte Gesetzmäßigkeiten in der Natur, die in der Struktur und Arbeitsweise unseres Gehirns wiederkehren. Sie haben herausgefunden, dass bestimmten naturwissenschaftlich erforschten Naturgegebenheiten bestimmte Denkeigentümlichkeiten entsprechen (sog. Ideen des Raumes, des Gegenstandes, der Form, der Bewegung usw.). In der Natur benachbarte Punkte werden auch im Gehirn an benachbarten Orten gemeldet; sind sie sich ähnlich, werden sie zu einem Ding zusammengefasst; bewegen sie sich gemeinsam, werden sie gesehen und als Gegenstand gedeutet usw. Ich kann mir vorstellen, dass es in der Natur auch eine Entsprechung dessen, was wir als "Ganzes", "Teile", "Gleiches", "Verschiedenes", "Komplexes" oder "Einfaches" bezeichnen, gibt. Wir können objektive Gegebenheiten von unseren subjektiven Wahrnehmungen zweifelsfrei unterscheiden. Dafür gibt es viele Beispiele. Bei kontinuierlicher Veränderung der Wellenlängen von 700 bis 400 nm sehen wir keine stetige Farbveränderung, wie zu erwarten wäre. Stattdessen sehen wir lange Zeit "rot", dann kurze Zeit orange und gelb und schließlich wieder längere Zeit blau und violett. Mit unseren Auge können wir auch nicht zwischen einer reinen Spektralfarbe und einer Mischfarbe unterscheiden. Ebenso können wir die Mischung aller Spektralfarben nicht getrennt wahrnehmen, sondern sehen "weiß". Wir schließen das nach beiden Seiten offene Spektrum des uns sichtbaren Lichts zu einem Farbkreis, indem unser Nervensystem als Bindeglied zwischen Rot und Violett die Farbe Purpur erfindet, die wir sogar als Kompensationsfarbe zur Aufhebung eines bestimmten Grüntons aus der Mitte der Spektralfarben benutzen. Durch die Abweichungen dieser Wahrnehmungsgegebenheiten von den naturwissenschaftlichen

Erkenntnissen, können wir ein und dasselbe Geschehen von der subjektiven und der objektiven Seite her in die Zange nehmen (Prinzip der gegenseitigen Erhellung).

Besitzen die Schmetterlinge nun Eigenschaften oder nicht?

Ein Schmetterling hat einen von der Umwelt abgegrenzten Körper. Dieser ist spiegel-symmetrisch, besteht also aus annähernd gleichen (untrennbaren) Hälften, die ich linke und rechte Hälfte nennen kann. Seine Flügel sind gerundet und am Rande gezackt. Falls er parallele Streifen auf den Flügeln hat, rühren die von einer entsprechenden Anordnung bestimmter Schuppen her; sie erscheinen mir parallel (oder auch nicht; das aber wohl nur, wenn ich einer optischen Täuschung zum Opfer falle). Selbst die Farben können - wie wir gesehen haben - von der Struktur des Tieres bzw. seiner Schuppen, Haare, seines Chitinpanzers abgeleitet und erklärt werden.

Wenn ich mir die Gestalt der Flügel usw. eines Falters ansehe, kann ich einiges über die Lebensbedingungen und die Eigenschaften, die die Umwelt, in der er lebt, das Medium, in der er fliegt, erfahren. Ich könnte Aussagen über die Luft machen, ohne diese je kennen gelernt zu haben. Ich kann also aus der Kenntnis des Baus und der Funktion und aus der Kenntnis meines eigenen Wahrnehmungssystems Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der mir sonst verschlossenen Realität ziehen. Wenn ein Schmetterling rötlich-braune gezackte Flügel hat, hat er diese auch morgen noch und er hat sie auch für andere Betrachter. Kein Mensch wird (solange er ein normal funktionierendes Nervensystem besitzt) in diesem Schmetterling einen blauen mit gerundeten Flügeln sehen. Ich kann die Länge und Breite eines Falters messen; ich finde, dass die Länge des Brustabschnitts zur Länge des Hinterleibs im gleichen Verhältnis steht wie diese zur Gesamtlänge des Tieres. Das sind die Proportionen des Goldenen Schnitts. Diese besitzt der Schmetterling auch ohne uns. Weil er sie hat und weil wir sie (wie auch immer) feststellen können, finden wir diesen Falter schön (oder nicht-schön). Ich kann den Schmetterling fotografieren, ich kann das Foto von einer mustererkennenden Maschine auswerten lassen, sie wird - was die Proportionen betrifft - zu demselben Ergebnis kommen, wie ich.

Nur eines kann die Maschine (noch?) nicht. Sie kann diese Proportionen nicht schön finden. Unser Gehirn kann so etwas - wenn es die entsprechenden Daten bekommt. Wie lautet das Fazit?

Zum einen: Das, was ich als Außenwelt erlebe, ist eine Konstruktion meines Gehirns - aber es ist *keine beliebige* Konstruktion. Zum anderen: Ich kann nicht erkennen, wie ein Falter "*ist*", sondern lediglich, wie er mir, so wie er ist, erscheint. Ein Eigentlich-Sein, ein An-sich-Sein gibt es nicht. Die Dinge/Lebewesen besitzen keine Eigenschaften an-sich,

erst wir verleihen ihnen diese. Hier handelt es sich nicht etwa um etwas, was wir wegen unvollständiger Sinnesorgane nicht wahrnehmen. Der Tatbestand ließe sich auch nicht beheben, wenn wir "bessere" Organe hätten - wir könnten die sog. Realität-an-sich doch nicht wahrnehmen (Das wird noch deutlicher, wenn man sich ein "besser" als wir sehendes Wesen vorstellt, das behauptete, es sehe die Welt, "wie sie ist". Das würden wir ihm nicht abnehmen. Niemand sieht die Welt auf diese Weise). Deshalb ist die Frage, wie ein Falter "wirklich" aussieht, *völlig sinnlos*. Die Antwort auf diese "Frage" könnte nur lauten: Er sieht überhaupt nicht aus. Er ist weder hell noch dunkel, weder farbig noch farblos. Lediglich so, wie wir (oder andere Wesen) ihn sehen, so "sieht er aus". Die Impulse und Ströme sind die Art und Weise, wie unser Nervensystem diese Welt sieht oder hört oder fühlt. Lichtwellen bestimmter Wellenlänge beispielweise werden von uns (und wahrscheinlich etlichen Tieren) farbig gesehen. Der Rest sind Atome, Strahlung und leerer Raum.

Ein Computerpionier fragte: Wie würde die Welt aus der Sicht eines Elektrons aussehen, das um einen Atomkern kreist? Die Antwort muss lauten: Die Welt würde aus der Sicht eines Elektrons überhaupt nicht "aussehen" - es gibt keine Anschauung ohne ein anschauendes Lebewesen! Ein wahrnehmendes Wesen kann nicht um einen Atomkern fliegen, und ein Elektron besitzt keine Wahrnehmungs-Fähigkeiten.

So wie es keine absoluten Eigenschaften gibt, so gibt es auch keine Schönheit- an-sich. Aber nicht nur die Idealisten, auch die Maßästhetiker ("Die Schönheit liegt im Objekt.") und die Konstruktivisten ("Schönheit ist eine Erfindung meines Gehirns.") haben sich geirrt. Die Schönheit der Schmetterlinge ist keine der Natur immanente Schönheit, aber sie ist auch kein Phantasiegebilde. Schönheit ist und bleibt die Fähigkeit eines bestimmten Objekts, in mir eine bestimmte Wirkung hervorzurufen.

3.6 Ein naturwissenschaftlicher Ansatz

3.6.1 Die biologischen Wurzeln des Schönheitsempfindens

3.6.1.1 Unser ratiomorpher Apparat

Dass es eine Welt gibt und Schmetterlinge in ihr - das ist wunderbar genug; dass die Botschaften aus dieser Welt in unserem Nervensystem zerlegt und wieder zu farbigen Mustern und komplizierten Gestalten "zusammengesetzt" werden - das ist noch erstaunlicher, aber doch noch irgendwie verstehbar.

Aber dass wir einige dieser Formen und Muster *schön finden* und diese Schönheit *genießen* können - das ist Rätselhaft, geheimnisvoll und unverständlich! *Warum* und *wie* konnte sich ein solches Schönheitsempfinden *in uns entwickeln* und *wozu brauchen wir es?*

Zunächst erinnert unser Schönheitsempfinden an die bizarren Luxus-Formen mancher Schmetterlingsflügel. Es hat etwas Unverbindliches, es scheint ohne eigentlichen Sinn und Zweck zu existieren. Beschäftigen wir uns mit seiner Hilfe nicht mit belanglosen Dingen, spielen wir nicht lediglich mit ihnen? Unser Schönheitsempfinden ist, auf den ersten Blick gesehen, eine höchst *merkwürdige*, gar nicht selbstverständliche Fähigkeit, eine Fähigkeit, die für unser Leben keine unmittelbar erkennbare praktische Notwendigkeit zu besitzen scheint. Zumindest evolutionsbiologisch betrachtet, scheinen wir da etwas zu besitzen, was wir eigentlich gar nicht benötigen, jedenfalls nicht, um zu überleben und Nachkommen in die Welt zu setzen.

Andererseits fühlen wir uns in einer schönen Umgebung wohl, investieren wir Zeit und Geld, um in den Besitz schöner Dinge zu kommen, um uns mit ihnen zu schmücken. Wir fühlen uns durch ein ästhetisches Erlebnis bereichert, erfreut beglückt, befriedigt oder getröstet; wir sind verwundert, verblüfft, begeistert oder empfinden eine unbestimmte Sehnsucht oder Traurigkeit. Wir suchen verzweifelt nach Schönheit, wenn wir sie vermissen. Fehlen uns diese Anregungen, langweilen wir uns oder reagieren mit Orientierungslosigkeit oder Verwirrung, ja mit Halluzinationen (wie Reizentzugsexperimente zeigen). Diese starken Antriebe und Emotionen lassen vermuten, dass hier mehr dahintersteckt. Schönheit ist eine starke Macht, die unser ganzes Leben bestimmt. Schon die Stärke unserer Motivationen lassen die Vermutung aufkommen, dass zumindest der Vorläufer unseres heutigen Schönheitssinns eine wichtige Funktion gehabt haben muss.

Einige Biologen sind der Meinung, unser Gehirn könne ein weiteres Funktionsspektrum besitzen, als für die Erfüllung der bestimmten Aufgabe, auf die hin die Anpassung erfolgte, erforderlich ist. Deshalb sei unser Gehirn ein "Extremorgan", dessen spezifischen Leistungen die ursprünglichen Bedürfnisse ihres Trägers bei weitem überschreiten und zu Überschussleistungen Fähig sind, die über die ursprünglichen Orientierungsleistungen der Primaten weit hinausgingen.

Kann es sein, dass unser Schönheitsempfinden in alten Zeiten einmal einen Sinn und einen Zweck besessen hat, der vielleicht mit seinem heutigen Zustand gar nichts mehr zu tun hat? Ist es möglich, dass hier ein Funktionswechsel stattgefunden hat? (Falls unser Schönheitsempfinden einmal eine Überlebens-Funktion gehabt hat, würde es sich sogar um einen Funktionsverlust handeln.)

Die Frage ist, ob unsere Ur-Ur-Ur-Ahnen, die noch nicht menschenähnlichen Primaten, schon Schönheit erlebten. Sehr wahrscheinlich nicht diese Luxus-Wonnen wie wir heutigen Super-Primaten, dafür sind doch wohl höher entwickelte Gehirne notwendig. Es gibt Forscher, die die Ansicht vertreten, dass schon unsere tierischen Vorfahren ästhetische Vorlieben gehabt haben könnten. Da sie unsere Vorgänger leider nicht mehr fragen können, ließen sie unsere nahen Verwandten, z.B. die Schimpansen malen, was denen offensichtlich Vergnügen bereitete. Die Tiere bemalten den Malgrund lustvoll ganz "ordentlich" mit bestimmten Farben. Ob sie ihre Gemälde schön gefunden haben, bleibt ungeklärt, jedenfalls sollen sie sie, nachdem man sie ihnen weggenommen hatte, nicht mehr angesehen haben. Immerhin ist es wahrscheinlich, dass in "höher" entwickelten Gehirnen bereits auf einer Vorstufe ein Vorläufer des menschlichen Schönheitsempfindens angelegt ist. Bekannt ist auch die Liebe einiger Vögel für glitzerndes Geschmeide oder dem Drang des Laubenvogels, seine Balzlaube mit farbigen Gegenständen auszuschnücken. Hier handelt es sich aber weniger um ein Schönheitsgefühl als um kaum wandelbare Schlüsselreize.

Verlieren sich die Spuren der Schönheit in den Äonen der grauen Vorzeit? Können wir sagen: Unser Verstand hat seine Logik, der "primitive" Orientierungsapparat hat die seinige. Manche Schmetterlinge erscheinen uns schön, andere hässlich; aber wir sind uns trotz aller Hypothesen nicht sicher, warum das so ist. Liegt die Antwort weit zurück in der Geschichte der visuellen Gehirnregionen und ist den neuen, intellektuellen Mechanismen verlorengegangen?

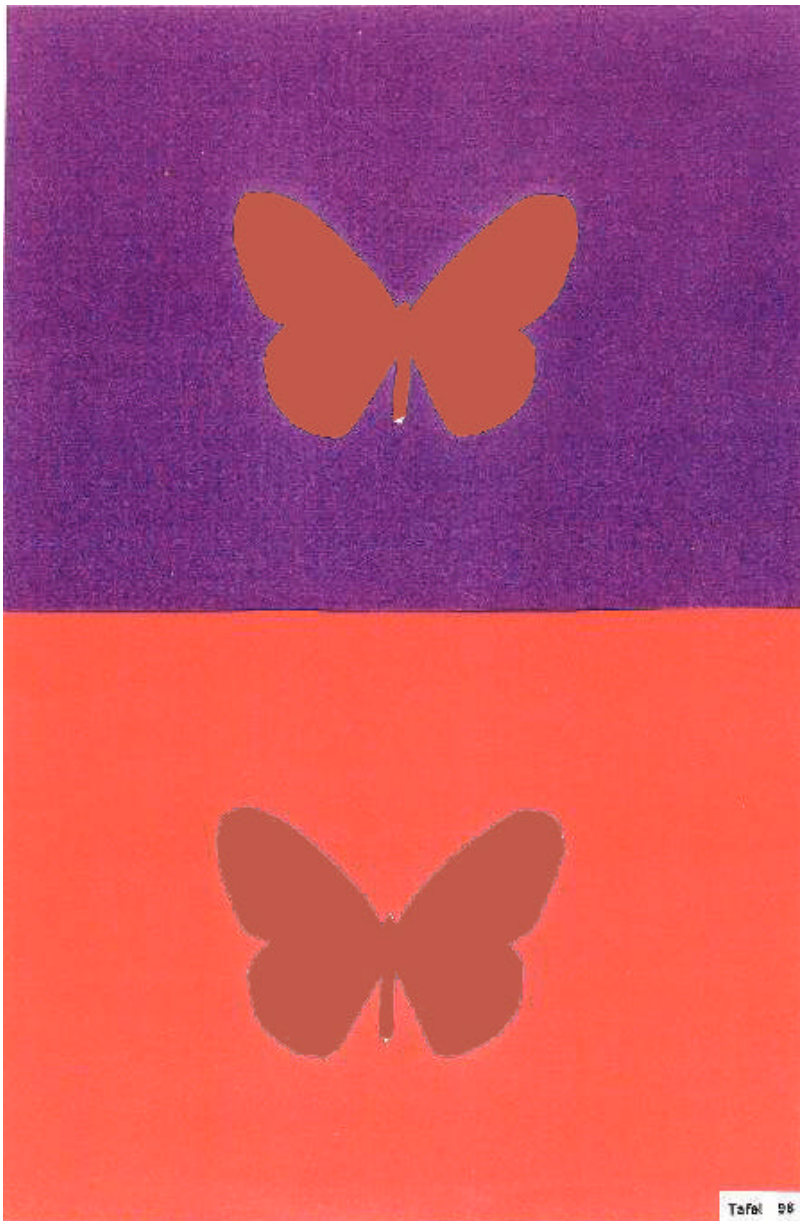
Wenn wir aber überhaupt irgendwo suchen wollen, dann müssen den Ursprung unseres Schönheitsempfindens in der Entstehung und Entwicklung des Wahrnehmungs- und Orientierungssystems unserer Vor-Vorfahren suchen. Ich versetze mich in Gedanken in längst vergangene Zeiten und stelle mir vor, wie ich mich durch den Ur-Dschungel schlage und Plötzlich einer Horde menschenähnlicher Wesen begegne ... Oder muss ich noch weiter zurückgehen?

Gegen Ende der Kreidezeit (vor ca.70 bis 80 Mio. J.) lebten kleine Ur-Insektenfresser, die sich im Laufe von Millionen Jahren zu sog. Herrentieren (Primaten) entwickelten. Die Übergangsformen zwischen beiden haben Ähnlichkeit mit den heute noch in Ostasien existierenden Spitzhörnchen (Tupajas). Im Eozän (40 Mio.J.später) lebten bereits Primaten mit typischen Affenmerkmalen. Wichtig ist, dass sie Augentiere waren und dass sie zunehmend zum Baumleben übergingen. Sie passten sich an einen Lebensraum an, der mit seinem Gewirr von Ästen und Blättern wie kein zweiter hohe Anforderungen an die Räumliche Orientierung stellt. Er förderte die Entwicklung von Greifhänden, das binokulare Raum-Sehen (bei Tagtieren auch das Farbsehen) und die rasche Koordination von Extremitäten und Augen. In einem solchen Biotop müssen alle Gegenstände im Wechsel von Licht und Schatten erkannt, mehr noch: als dasselbe verlässlich wiedererkannt werden, egal, ob in der Mittagssonne oder in der Dämmerung, bei veränderter Perspektive oder sogar, wenn Gegenstände (Beute, Feinde, Konkurrenten) teilweise von Blättern oder Stämmen verdeckt, also nicht in ihrer "wahren" Gestalt sichtbar, sind. Trotz erschwelter Bedingungen müssen ja Formen, Muster und Farben erkannt und unterschieden, in Gefahrensituationen muss blitzschnell und richtig reagiert werden. Im Pliozän (vor 3,5 Mio.J.) lebten die ersten schimpansengroßen Australopithecinen, die später zum Savannenleber übergingen. Zu den bisherigen Anpassungen kamen nun noch "Weitsicht" und Überblick-Vermögen. Alle diese im Wald und in der Steppe entstandenen Fertigkeiten sind auf uns gekommen; ihre "Logik" steckt in unseren Sinnesorganen und zum Teil noch in unserem Gehirn. Bei allen unseren ererbten "Seh-Weisen" handelt es sich um fleischgewordene Naturgesetze.

Es gibt handfeste Beweise, dass wir die ursprünglichen Wahrnehmungs- und Orientierungseigenschaften unserer Ur-Vorfahren geerbt haben: Ich habe ein Pärchen weinroter Schmetterlinge; ich setze das Männchen auf einen roten, das Weibchen auf einen violetten Untergrund. Das Männchen ist etwas dunkler, mehr violett-braun, das Weibchen ist heller, mehr rot-braun gefärbt. Nun setze ich das Männchen auf den

violetten, das Weibchen auf den roten Untergrund, schließlich beide auf denselben Hintergrund. Das Ergebnis ist verblüffend (Tafel 5)!

Ein "schwarzer" Falter reflektiert im Sonnenlicht ungefähr 10 mL (das weiße Papier, auf dem er sitzt, vielleicht 900 mL). Im Schatten reflektiert das Papier 9 mL (der Falter



Tafel 5

ungefähr 1 mL). Demnach müsste der Falter im Sonnenschein heller erscheinen als das Papier im Schatten. Der Falter bleibt jedoch schwarz und das Papier bleibt weiß. Einen in der Mittagssonne weißen Schmetterling sehen wir auch im Morgenrot und im Licht der untergehenden Sonne als weißen Schmetterling, obwohl er rotes Licht reflektiert. Wir bekommen trotz der Täuschung jedoch ein subjektiv richtiges Ergebnis. Weil wir ihn als "weißen" Schmetterling kennen, erkennen wir ihn auch als solchen wieder, egal, bei welcher Beleuchtung. Offenbar konnten es sich unsere Vorfahren nicht leisten, einen Gegenstand bei wechselndem Licht in verschiedenen Farben zu

sehen, weil es schnell zu nachteiligen oder verhängnisvollen Verwechslungen gekommen wäre. Das alles hat nichts mit Lernen oder Gedächtnis zu tun. Diese Helligkeits- und Farbkonstanzen funktionieren immer, auch bei Objekten, die wir nie vorher zu Gesicht bekommen haben.

Diese optischen Täuschungen entstehen nicht erst im Gehirn. Sie sind das Ergebnis der automatischen Aussteuerung der Lichtsignale in der Netzhaut. Unser optisches System arbeitet auch dann noch gegen unseren Verstand, wenn wir die Hintergründe kennen; es bleibt bei seiner "Fehlleistung", statt sich eines Besseren belehren zu lassen. Hier sind einige Muster, wie sie auf Schmetterlingsflügeln oder sonst in der Natur vorkommen - überall finden wir die bekannten optischen Täuschungen.

Werden wir nicht von diesem optischen Apparat ständig an der Nase herumgeführt?

Unter normalen Umständen arbeitet er sehr zuverlässig und zweckmäßig. Ohne seine blitzschnellen Verarbeitungsschritte könnten wir viele wesentliche Eigenschaften der Umwelt nicht spontan erkennen und viele Situationen gar nicht meistern. Manchmal ist es notwendig, eine schnelle, vielleicht ungünstige, Entscheidung zu Fällern als eine bessere, aber zu späte. Vieles können wir mit unserer Ratio allein gar nicht bemerken und falls doch, nur auf umständlichen Wegen erarbeiten. Unser Weltbildapparat trennt Gleiches von Ungleichem, Stetiges von Veränderlichem, Wesentliches von Unwesentlichem. Er ordnet, vergleicht, fällt Urteile in Bezug auf "Wahrheit", "Kausalität" und "Abhängigkeit". Er stellt Hypothesen auf, wie unsere Welt beschaffen ist und wie man am besten in ihr zurechtkommt. Er kommt ohne Intellekt zu logischen Schlüssen; d.h. er hat seine eigene Logik. Aus ständig wechselnden Formen muss dieser Apparat das Stetige, Gleichbleibende, Konstante einer Form herausarbeiten ("Formkonstanz"). Das bedeutet, dass dieser Apparat in der Lage ist, zu abstrahieren. Er arbeitet wie ein sehr einfacher, zweiter Verstand, der im Prinzip ähnlich wie die Ratio funktioniert. Deshalb spricht man auch von einem "ratiomorphen Apparat".

In einer Abbildung, die zwei Falter zeigt, deren Konturen ineinandergreifen, interpretieren wir einmal den einen, einmal den anderen Falter als Figur bzw. als Hintergrund. Auch sieht unser Wahrnehmungsapparat lieber kleine als große Bereiche als Figur und bevorzugt Gestalten, die einen glatter Verlauf oder Symmetrie aufweisen vor anderen. Es fasst Gebilde nach der räumlichen Nähe, der Geschlossenheit und der Ähnlichkeit zusammen; es schließt gemeinsame Bereiche zusammen und bevorzugt Zusammenhänge. Kurz, unser Wahrnehmungsapparat versucht, Gestalten vom Hintergrund zu unterscheiden und möglichst kontrastreich zu sehen, versucht, sich selbst sinnvolle Gestalten zu schaffen, die oft in ihrer Gesamtheit neu auftauchende, emergente Qualitäten aufweisen (die die Einzelempfindungen gar nicht besitzen). Immer will es das Gesehene so deutlich und übersichtlich und so einfach ("prägnant") wie möglich machen. *Er schafft die regelmäßigen Figuren, er liebt Ordnung, Einfachheit, Klarheit und*

Vollkommenheit, scharfe Konturen, Symmetrie und Farbharmonien - einfach alles, was ich an *Schönheitskriterien* herausgefunden und auf den Flügeln der Schmetterlinge wiederentdeckt habe! Durch die Arbeitsweise dieses Orientierungssystems wird Verständlich, dass wir bestimmte Formen, Farben und Muster *spontan* als schön empfinden! Es ist offenbar, dass die Schönheit durch diesen Mechanismus entstehen muss, dass wir uns die Form- und Farbharmonien, die Schönheit der Schmetterlinge auf diese Weise erschaffen! In diesem ratiomorphen Apparat können wir die Ursachen unseres Schönheitsempfindens finden!

3.6.1.2. Ist unser Schönheitserleben ein "Instinkt-Rest-Verhalten"

Wenn wir auf der Suche nach etwas für uns Schönerem sind, lassen wir uns von einer inneren Stimmung leiten, bis wir das richtige "Objekt" gefunden haben und genießen unser Schönheitserlebnis. Wir besitzen eine Motivation, zeigen Such- und Appetenzverhalten und reagieren auf Schlüsselreize - was natürlich an eine Instinkthandlung erinnert. Ist unser Schönheitsempfinden ein Instinktverhalten? Besitzen wir noch Reste dieser uralten Fähigkeit, auf bestimmte Muster spontan zu reagieren? Als "Kulturwesen von Natur aus" scheinen wir zwar nicht mehr auf Instinkte angewiesen zu sein. Doch wir besitzen noch Instinkt-Reste: einige sexuelle Schlüsselreize, zumindest die optischen, sind wie eh und je wirksam; wir reagieren auf kleine Kinder und jugendlich aussehende Tiere mit intuitivem Pflegeverhalten (Kindchenschema). Handelt es sich beim Schönheitserleben vielleicht um Instinktreste aus unserem Partner-Erkennungsverhalten? Die Männchen der Mandrille haben sehr bunte Gesichter. Doch Mandrille sind nicht unsere Vorfahren. Farben spielen im Sexualverhalten der Menschen offenbar keine große Rolle (mal abgesehen von der Haarfarbe und dem Rot der Lippen und Wangen). Die Schönheit der Schmetterlinge lässt sich nicht durch unsere sexuellen Auslöser erklären. Oder würden wir Schmetterlinge besonders schön finden, die mehr oder menschenähnliche Proportionen besäßen, wenig behaart wären und die Farben Haut-Beige und Lippen-Rot zeigten?

Schlüsselreize haben bei Tieren nicht unbedingt etwas mit Schönheit zu tun. Das schließt nicht aus, dass es bei uns Menschen (und auch schon bei anderen Primaten) der Fall sein kann.

Bei der Instinkthandlung wird durch den Schlüsselreiz eine Endhandlung eingeleitet, beim Schönheitserlebnis könnte es durch das "schöne" Objekt zu einer Art schnellen und

eleganten, spontanen und unmittelbaren "Verstehen" der vorliegenden Form oder der Farbharmonie kommen; auch hier wird - mit dem Schönheitserlebnis - ein Suchverhalten abgeschlossen.

Auffällig ist, dass es bei Tieren *und* Menschen besonders die *prägnanten Muster* sind, die einmal als Schlüsselreiz und einmal als Schönheitsauslöser wirken. Aber handelt es sich bei Schlüsselreizen nicht - wie wir bei den Auslösern bei Schmetterlingen sahen - um ganz bestimmte (artspezifische) Reize (also solche, die eine ganz spezifische Form, Farbe oder Muster besitzen müssen, um wirksam zu sein), Während *wir* die unterschiedlichsten Dinge schön finden können? Bereits bei wirbellosen Tieren finden wir durch Erfahrung ergänzte angeborene Auslösemechanismen und entsprechend veränderte Schlüsselreize. Wirbeltiere besitzen einen angeborenen Auslösemechanismus, der aber im Laufe der Individualentwicklung durch Lernvorgänge vervollständigt werden muss; die angeborene Kenntnis der Schlüsselreize beschränkt sich bei ihnen in der Regel auf wenige und recht allgemeine Objekteigenschaften. Der Signalcharakter der Schlüsselreize kann sich wandeln, kann sich an einen veränderten Habitus, an eine sich verändernde Umwelt anpassen.

Lernen wir von Geburt an, was wir später schön finden? Sind es unsere eigenen symmetrischen und harmonischen Körperbauformen oder die unserer Mütter, Väter und Geschwister, die wir kennenlernen und schön finden? Lernen wir es, die symmetrischen und gut proportionierten Schmetterlinge schön zu finden, weil wir Menschen selbst symmetrisch und proportioniert gebaut sind? Oder kommen wir mit einem in uns angelegten Schönheitsempfinden auf die Welt, das nur noch entwickelt und modifiziert werden muss?

Schon Wilhelm Wundt beschäftigte sich mit diesem Problem: "Es liegt nahe zu vermuten, dass wir unser ästhetisches Formgesetz eben nur nach dem Formgesetz, das wir in der Natur finden, gebildet haben... Aber mit demselben Recht dürfen wir auch behaupten, dass uns die vollkommenen Gestalten der Natur bloß deshalb schön erscheinen, weil sie mit dem in uns gelegenen ästhetischen Formgesetz übereinstimmen... Wir treffen hier auf eine tiefere Übereinstimmung der Gesetze des äußeren und des inneren Geschehens."

Besitzen wir angeborene Suchbilder (auch Urbilder, Archetypen oder Prototypen genannt)? Ich sehe menschliche Gehirne vor mir, in denen unterschiedliche Schablonen bereitliegen, die wie ein Netz über die unterschiedlichsten Außenweltmuster gestülpt

werden können, oder besser: die mit den vom Wahrnehmungssystem erzeugten "Bildern" verglichen werden ("pattern matching"). Passt die Schablone auf die wahrgenommenen Muster, reagieren wir auf diese Lösung, diesen harmonischen Zusammenklang, mit Schönheitsempfinden.

Ich kenne zwei Thesen; die erste ist interessant, die zweite mehr als interessant: 1. Der Urmensch musste ein meisterlicher Beobachter seiner Umwelt sein. Die beste Möglichkeit, das zu erreichen, bestand in der Entwicklung eines vitalen Bedürfnisses, alles, was ihm tagtäglich begegnete, ab und einzuschätzen und in Gehirnrubriken einzuordnen (Taxophilie). Dieses Bedürfnis wurde so wichtig und so grundlegend und selbständig wie das Bedürfnis nach Nahrung, Sexualität und Schlaf und entwickelte sich nach und nach zu einem unabhängigen Trieb. Der Drang nach Einordnung wurde so stark, dass er auch ohne dringende Notwendigkeit, quasi wie bei einem Spiel, funktionierte. Auf mein Problem bezogen, könnte das heißen: Höhere Lebewesen teilen die Welt wegen ihrer Vielfalt in Kategorien ein. Wir sammeln in unserem Gedächtnis auch alle verschieden geformten und gefärbten Schmetterlinge, die uns irgendwann begegnen. Wir ordnen sie in die Rubrik "Schmetterlinge" ein und tragen so viele Falter zusammen, bis wir sie zu einem Bild oder Schema verdichtet haben, genannt der Schmetterling. Jeden neuen Falter vergleichen wir nun mit diesem Prototyp, kommt ein Schmetterling diesem "Idealbild" nahe, finden wir ihn schön.

Zu 1. Ich kann nicht nachvollziehen, dass sich Triebe auf die beschriebene Weise und gar erst beim Urmenschen entwickelt haben sollen. Auch muss Klassifizieren nicht unbedingt etwas mit Schönheit zu tun haben. Es scheint aber ästhetische Prototypen zu geben. Zumindest beim Menschen. Männliche Versuchspersonen fanden die mit Hilfe eines Computers aus vielen weiblichen Gesichtern gemixten Durchschnittsgesichter attraktiver und schöner als die realen Gesichter.

2. Wir reagieren, genau wie unsere Ur-Ur-Ahnen, auf die urtümlichen Auslöser-Qualitäten des Pränanten, Symmetrischen, Grellfarbenen - nur mit dem Unterschied, dass diese Schlüsselreize nun eben ihre ursprüngliche biologische Bedeutung *nicht* mehr besitzen. Nun wirken sie anders und bewirken in uns das Gefühl "*schön*". Wir reagieren mit einem ungeheuer komplexen Nervenapparat auf unzählige Reizdaten; bei unserem heutigen Schönheitsempfinden spielen Lern-Vorgänge, Erlebnisse und Erfahrungen eine entscheidende Rolle. Von der alten Schlüsselreizwirkung ist ein funktionslos gewordener, entmachteter Rest übriggeblieben, der nun über die ganze Breite des Wahrnehmungsfeldes einstrahlen kann. Das erklärt die unendliche Mannigfaltigkeit

unseres Schönheitsempfindungen. Die ursprüngliche instinkthafte Handlungsweise ist bei uns abgebaut, reduziert und von der ehemaligen motorischen Komponente getrennt. Die Reaktion auf Formen und Farben ist nun nach außen handlungslos geworden, es kommt nur noch zu einer inneren "Handlung", eben zu dem Schönheitsempfinden. Die (wenn auch auf andere Weise) befriedigte Motivation erklärt das starke Lustgefühl. Dazu kommt noch die "Freude" an der Befreiung aus der Instinktfesselung, die es uns möglich macht, uns selbst in jedem Schmetterling zu feiern. Und vielleicht kann auf diese Weise sogar die sich trotz aller Erlebnisse nie ganz zu befriedigende Schönheitssehnsucht erklärt werden.

Zu 2. Wenn wir auch nicht mehr in der ursprünglichen Weise auf spezifische Schlüsselreize reagieren - das ursprüngliche *Reizaufnahmesystem*, das alle prägnanten Muster nach den gleichen Methoden bearbeiten kann wie ehemals, existiert noch. Die ursprüngliche Motivation ist noch vorhanden und ihre Befriedigung führt zu einem lustvollen Erlebnis. Die *Verarbeitungszentren* jedoch haben sich grundlegend geändert. Über das "Reptiliengehirn" (oberer Hirnstamm, retikuläres System und Mittelhirn) haben sich das "Altsäugergehirn" und das "Neusäugergehirn" geschoben. Das "Organ" für das ursprüngliche instinktive Verhalten ist nur noch als Relikt vorhanden. Die Möglichkeit der Mustererkennung ist uns angeboren; nun stellt sie ein variables Programm dar. Sie ist flexibel und spielerisch geworden. Die Botschaften des sensorischen Apparates sind keiner strengen Prüfung durch einen Auslösemechanismus unterworfen. Spezielle Reizmuster sind nicht mehr notwendig, das Programm ist weltoffen; es kommt bei der Orientierung zu einem freizügigen Umgang mit den Meldungen.

Wenn wir die Prototypen-These mit der Instinkt-These kombinieren, können wir sagen: Die durch Mischung entstandenen Gesichter werden deshalb als schöner empfunden, weil sie den angeborenen Auslösern näher kommen als individuelle Gesichter. Das gilt für menschliche Gesichter; gilt es aber auch, wenn wir Schmetterlings-Schönheit empfinden? Wir bekommen es wieder mit dem Mittelwertproblem zu tun. Ein Falter, der alle Einzel-Eigenschaften der Form und der Farbe in sich vereinigt, müsste nach der Prototypen-These schöner sein als die individuellen Schmetterlinge. Wir begeistern uns aber nun gerade *nicht* für solche Durchschnittstypen, sondern für ungewöhnliche Exemplare mit ausgefallenen Farben, für schillernde und abenteuerlich geschmückte exotische Formen. Aber wir finden Exemplare, die wir nie vorher gesehen haben, nicht weniger schön als vertraute.

3.6.2 Wie Schönheit im Gehirn entsteht

3.6.2.1 Die Erzeugung von Bedeutung

Wenn sich Lebewesen in ihrer Umwelt orientieren wollen, müssen sie wichtige von bedeutungslosen Dingen/Wesen bzw. Situationen unterscheiden können. Nun sind aber Umweltereignisse für sich selbst weder unwichtig noch wichtig; sie müssen erst eine "Bedeutung" (für ein Lebewesen) bekommen. Wie arbeitet ein Orientierungssystem, dem keine intellektuelle Einsicht zur Verfügung steht, um solche Fragen zu entscheiden? Unser ratiomorphes System arbeitet mit "Erfolg" und "Misserfolg", empfunden als Lust oder Unlust, als Freude oder Schmerz - kurz: mit Emotionen. Diese machen aus primär bedeutungslos und emotional neutralen "bedeutungsvollen" Gegenstände. Unser Nervensystem scheint so konstruiert zu sein, dass es sich aus den Umweltdaten und seinem jeweiligen eigenen Zustand die Bedeutungen selbst erzeugt. Wie Sie ja wissen, sind in unserem Gehirn alle Bereiche miteinander verschaltet, so dass es in unserem Empfinden keine getrennten Wahrnehmungs-, Denk- oder Fühlbereiche gibt. Bevor uns etwas bewusst wird, haben wir es bereits bewertet. Wir befinden uns stets in einer gewissen Erwartungshaltung, die vom jeweiligen Zustand unseres Nervensystems abhängt. Jede Zelle beeinflusst jede Zelle, und jede Synapse ist von einer anderen abhängig. Alles beeinflusst sich gegenseitig; eine kleine Information jagt die andere, kann sie verstärken oder abschwächen oder zu einer wichtigen Angelegenheit aufschaukeln. Es wimmelt von kleinen und großen "Bedeutsamkeiten". Und welche Instanz in uns fällt alle diese Entscheidungen?

Anfang der 50er Jahre machten Hirnforscher die Entdeckung, dass Ratten, denen man feine Drähte in bestimmte Regionen des Hypothalamus oder in seine (rostrale) Fortsetzung, das Septum, implantiert hatte, bei Selbstreizungsversuchen mit schwachen elektrischen Strömen die Auslösertaste fortwährend betätigten und auf Fressen und Trinken verzichteten, bis sie erschöpft zusammenbrachen. Wurde der Versuch unterbrochen, liefen die Tiere frustriert und wie auf der Suche nach etwas umher. Die Experimente bewiesen, was man bisher nur vermutet hatte: Dass es gewisse Hirnbereiche gibt, die Stimmungen und Gefühle (Emotionen), in diesem Falle Lustgefühle, Gefühle des Wohlbehagens, der Befriedigung, hervorbringen. Es handelt sich bei diesen Bereichen um ein Kontinuum verschiedener Hirngewebe, die stammesgeschichtlich zum ältesten Bereich des Großhirns (Altsäugerhirns) gehören und unter dem Namen Limbisches System bekannt sind. Vom Assoziationskortex gelangen Signale zur

Amygdala und (mit Unterbrechung) zum Hippocampus und von dort zum Hypothalamus. Der (orbitale) Teil des frontalen Cortex projiziert direkt auf den Hypothalamus. Das limbische System und der Hypothalamus bekommen also (indirekte) Informationen über die Vorgänge in der Außenwelt. Obwohl Emotionen schwierig zu untersuchende subjektive Verhaltensparameter sind, hat sich immer mehr bestätigt, dass das limbische System (nach neueren Ergebnissen unter Mitwirkung oder Regie des limbischen Striatums, insbesondere aber des Nucleus accumbens) unsere emotionalen Funktionen moduliert und reguliert, während der Hypothalamus sie kontrolliert. Vom (nicht emotional "reagierenden") Hippocampus weiß man, dass er seinen Segen dazu geben muss, welche Inhalte es wert sind, aufbewahrt zu werden und welche der Vergessenheit anheimfallen können. Die Amygdala bzw. der Nucleus accumbens erhalten (ebenso wie der Hippocampus) nicht nur Projektionen vom Assoziationscortex, sondern sie schicken auch eigene Botschaften in entgegengesetzter Richtung, sowohl zum unteren temporalen als auch zum frontalen Assoziationscortex. Offensichtlich mischen sie sich in unser Wahrnehmen und Denken ein und beeinflussen die Bildung von Ideen und Empfindungen, scheinen also wesentlich an der Einschätzung der Welt durch unser Gehirn beteiligt zu sein. Da man weiß, dass der temporale Assoziationscortex nicht nur Impulse über die Vorgänge in der Außenwelt (vom Neocortex, optische Signale von der Sehrinde) sondern auch solche über emotionale Erwartungen vom limbischen System bekommt, vermuten einige Forscher, dass in den Nervenzellen der temporobasalen Hirnrinde beide Mitteilungen verglichen und die Ereignisse eingeschätzt werden können. Hier könnte es einen Bereich geben, der den Dingen und Abläufen in der Außenwelt ihre "*Wichtigkeit*" zumisst, also unsere Erlebnisse bewertet. Ein kleines Nervengewebe versieht indifferente Gegenstände, Formen und Muster mit einem affektiven Wert, stattet sie mit einem mehr oder weniger großen Grad von Wichtigkeit aus. Wieder sind es komplexe Schaltungen, Ströme und chemische Stoffe - nun sind sie für unsere Stimmung verantwortlich; sie regeln unsere Einstellung zu einem Gegenstand, bestimmen in welchem Licht wir etwas sehen, auf was wir Lust haben oder worauf wir uns freuen. Sie verleihen neutralen Phänomene wie "rot" und "rund" ihre emotionale Bedeutsamkeit.

Wird auf diese Weise aus einem Schmetterling ein "schöner" Schmetterling?

Wenn wir davon ausgehen, dass Schönheit zunächst einmal keine Bedeutung im intellektuellen, rationalen Sinne zu hat, primär eine emotional getönte Wertung im *nicht-rationalen* Bereich besitzt, können wir sagen: Gerade aus diesem Grunde erleben wir

Schönheit nicht nur als "angenehm", sondern mit einer Art "Bedeutung" versehen. Deshalb ist sie für uns immer von Interesse, ist immer etwas, was uns angeht.

3.6.2.2 Erklären Gehirnvorgänge unsere Schönheitsempfindungen?

Das Schönheitserlebnis ist zu einem neurologischen Problem geworden. Das Geheimnis der Schönheit ist in meinem komplexen, kaum durchschaubaren Wahrnehmungssystem verborgen. Immer wieder komme ich zu der Frage zurück: Was geschieht in meinem Gehirn, wenn ich einen Schmetterling sehe, wenn ich vor Freude über seine Schönheit außer mir gerate? Sind nur ganz bestimmte elektrische Ströme, sind nur auf ganz besondere Weise übermittelnde Transmittermoleküle die Ursache dieses Wunders? Könnte also beispielsweise eine Maschine, die mit der gleichen Komplexität wie unser Gehirn arbeitet, Schönheit empfinden?

Das ist eine schwierige Frage. Die Antwort hängt auch davon ab, ob das, was wir erleben, in der Gesamtheit der Verkabelung der Neuronen, in ihrem *Verknüpfungsmuster* wiederzufinden ist (wie die Vertreter des Konnektionismus annehmen), oder ob es an die spezifischen Bauteile des Gehirns, also an Nervenzellen, Biomoleküle und Enzyme gebunden ist, ob es sich also dabei um die *Aktivitätsänderungen* der Nervenzellen selbst handelt. Die meisten Theoretiker lehnen die zweite Ansicht mit dem Argument ab, der Bau eines Chips sage ja auch nichts über das Computerprogramm aus; es sei egal, aus welchem Material eine solche Maschine bestehe. Manche glauben sogar, der "Geist" lasse sich ohne Kenntnis der zugrundeliegenden Maschinerie erforschen und verstehen (Funktionalismus).

Gehirn und Computer arbeiten auf ganz unterschiedliche Weise; aber das ist nicht so sehr das Problem. Allerdings wird das Gehirn nicht durch ein Umweltprogramm gesteuert wie von einer Software. Auch sind die Nervenzellen keine passiven Rechenelemente; ihre Eigenschaften und die Stärke der Verknüpfungen zwischen ihnen verändern sich Während ihrer Tätigkeit fortwährend.

Was man am wenigsten verstehen kann, ist, dass Synapsen und Stromkreise auf der einen Seite und Gedanken und Gefühle nur die beiden Seiten ein- und derselben Medaille sein sollen (Monismus). In einen Konflikt mit den Energiegesetzen käme man, wollte man annehmen, Geist und Materie existierten nebeneinander (Dualismus); dann wäre alles noch schwieriger zu verstehen.

Wenn wir vom monistisch-naturwissenschaftlichen Ansatz ausgehen, also annehmen, dass geistige und materielle Vorgänge nur zwei Seiten ein und derselben Medaille sind, haben wir einen doppelten Zugriff auf unser Problem. Erstens erleben wir etwas subjektiv, zweitens können wir die entsprechenden Gehirn-Vorgänge objektiv "beobachten". Leider kann man bei dem gegenwärtigen Stand der Technik lediglich feststellen, welche Hirnbezirke bei welchen Reizparametern oder bestimmten Vorstellungen und Erlebnissen aktiv sind (Traubenzuckerverbrauch). Man kann aber auch gezielt neurophysiologische Prozesse im Gehirn beeinflussen. Könnte man nicht durch eine hinreichend differenzierte Beschreibung der objektiven Hirnvorgänge, die den subtilen Wahrnehmungsvorgängen adäquat ist, eindeutige Beziehungen zwischen den objektiven und den subjektiven Phänomenen herstellen? Bedauerlicherweise können nicht einmal die Gehirn-Antworten auf bestimmte Umweltreize hinreichend isomorph beschrieben und eindeutig vorausgesagt werden. Weder die Zellzustände, Potentialdifferenzen oder Impulse noch die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Ensembles geben einen Fingerzeig, warum wir gerade das erleben oder fühlen und nichts anderes. Das hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass sich unser Gehirn bei ein und demselben Reiz in unterschiedlichen Zuständen befinden kann und zum anderen mit der Tatsache, dass das Gehirn oft nur wenige Anregungen braucht, um seine autonomen inneren Bilder zu erzeugen. Aber es gibt noch ein weiteres Problem. Selbst wenn wir zweifelsfrei feststellen, dass Schönheitsempfindungen objektive Gehirnvorgänge sind und jedem dieser Schönheitserlebnisse diese oder jene physikalisch-chemischen Vorgänge exakt zuordnen könnten - wäre diese Erklärung ja noch keine Erklärung. Bis heute existiert keine Brücke zwischen der objektiven und der subjektiven Welt.

3.6.2.3 Schöne Gehirnmuster

Wer befiehlt, welche Nervenzellen sich (in der Embryonalphase) miteinander verkabeln bzw. (in der darauffolgenden Zeit) ihre Verbindungen festigen oder mindern? Da es keine Zentrale gibt, gibt es auch keine Befehle von oben. Müssen die Neuronen selbst entscheiden, wo Synapsen ausgebildet werden müssen? Aber woher sollen sie wissen, was zu tun ist?

Plötzlich sehe ich die Zhabotinski-Reaktion vor mir, sehe wie Ordnungs-Zustände, wie Muster aus dem Nichts entstehen. Ist unser Gehirn ein sich selbst strukturierendes, sich selbst-organisierendes Supersystem?

Kann man einfache chemische Reaktionen mit Gehirnfunktionen vergleichen? Einmal haben wir es mit kinetischen Energien von kleinen Teilchen zu tun, das andere Mal mit elektrischen Signalen in einem superkomplexen, lebenden System...

Welche Eigenschaften muss ein Komplex wie unser Gehirn besitzen, um seine Aufgaben erfüllen zu können? Er muss Dinge, Ereignisse ohne längere Verzögerung erkennen (und beurteilen), um flexibel auf momentane Veränderungen der Umwelt reagieren zu können. Auch wenn nur schwache Reize auf die Sinneszellen wirken, wenn nur einige Cortezellen erregt werden, muss sich eine Nachricht sehr schnell im Gesamtsystem ausbreiten können. Werden dabei von wenigen aktiven Zellen wechselnde Zellgruppen zu kollektiver Aktivität aufgeschaukelt (selektive Stabilisierung)?

Handelt es sich um ein neuronales Netz aktiver Nervenzellen, die sich über gemeinsame Oszillationen koordinieren und einen gemeinsamen Rhythmus als Ordnungsparameter ("Ordner") haben? Ein solches System muss viele Instabilitätsmomente durchlaufen, blitzschnell von einer Aktivität in die andere wechseln und End-Zustände (Attraktoren) ohne langes Suchen oder Zögern ansteuern? Das erinnert an die Charakteristika des *deterministischen Chaos!*

Unmöglich, unser Gehirn kann kein chaotisches System sein...! Unserem Gehirn als offenem System ist eine Analyse seiner (chaotischen oder nicht chaotischen) Eigenschaften nicht möglich. Aber die moderne Hirnforschung hat gezeigt, dass zentralnervöse Vorgänge zumindest wegen ihrer hohen Komplexität "chaotischen Charakter" haben (auch das für chaotische Systeme typische "Rauschen" wurde nachgewiesen). Die Gehirn-Reaktionen kann man nicht vorhersagen - aber die komplexe Verschaltung der Gehirnzellen sei wohl nicht zufällig und willkürlich. Wenn es so wäre, entstünde das absolute Chaos, und sinnvolle Handlungen wären völlig willkürlich oder gar unmöglich. Andererseits könnte ein reflexähnlich an die Umwelt gebundenes System nicht variabel reagieren. Wie sollte ein Gehirn sich seine lebenslange Plastizität erhalten, wenn alle seine Zellen nicht äußerst variabel verknüpft wären? Das Gehirn muss sein deterministisches Chaos erzeugen, damit anschließend die notwendige Ordnung entstehen kann. Wie kann eine nie da gewesene Ordnung anders entstehen als aus Unordnung?

Weshalb aber lösen nun *ganz bestimmte* Reize bzw. Reizmuster emotionale, bedeutungsvolle Empfindungen der Schönheit in unserem Gehirn aus und *andere nicht*? Kommt die größte Schönheit zustande, wenn es uns bei hoher Komplexität der Reize gelingt, Übersichtlichkeit her zustellen (Superzeichen zu bilden)? Ist Schönheit tatsächlich

Wahrnehmungserleichterung durch Unbestimmtheitsreduktion (zum Zwecke der Wahrnehmungserweiterung)? Auf diese Weise ist gutes und schnelles Erkennen möglich, aber es muss noch nicht zum Empfinden von Schönheit kommen.

Psychologische Experimente haben gezeigt, dass ästhetische Befriedigung davon abhängt, *wie* es dem Betrachter gelingt, Unordnung in Ordnung umzuwandeln und welche *Schwierigkeiten* dabei überwunden werden müssen. Wahrscheinlich geht es hier wieder darum, dass Übersicht auf die ökonomischste, also die einfachste Weise, die gerade noch zum Erfolg führt, erreicht werden kann.

Einige Hirnphysiologen sind der Ansicht, dass geistige Inhalte stabilen, lokal begrenzten, Gleichgewichts-Zuständen im Gehirn entsprechen. Warum sollten nicht *gerade* bei der Gestalt- und Schönheits*wahrnehmung* - wo es auf unmittelbares, schnelles Erkennen ankommt - solche stabilen Inseln (Attraktoren) im Chaos-Meer auftauchen?! Mit Emotionen gekoppelte Wahrnehmungs-Vorgänge, die durch starke Energieansammlungen gekennzeichnet sind, könnten zu Plötzlichen Sprüngen an kritischen (Bifurkations-) Punkten neigen und so spezifische "Muster" im Gehirn hervorrufen.

Ich lese ein Buch; der Autor betrachtet Schönes ebenfalls aus der Sicht der Chaostheorie. Er sieht die größte Schönheit am Übergang zwischen Chaos und Ordnung, wenn ein dynamisches System gerade noch vor dem Chaos ausweichen könne. Das Ganze sei eine Gratwanderung, und deshalb sei Schönheit vergänglich, fragil und gefährdet. Schönheit sei ein Natur-Prozess nach dem antagonistischen Prinzip von Schwingen (stabile Struktur, Ordnung) und Kippen (Übersprung zu Neuem, Chaos). Das Ganze klingt mir zu phantastisch. Auch stört es mich, dass Schönheit als etwas objektiv in der Welt Vorhandenes und stets als etwas Neues angesehen wird. Besser gefällt mir, dass wir in einem Gegenstand seinen "schönen (Entstehungs-)Prozess" nachvollziehen, ihn in Proportionen wiederfinden, da auch unser Wahrnehmungssystem *prozessual* konstruiert sei. Wenn es stimmt, dass das Gehirn zwischen Chaos und Ordnung hin- und herpendelt, könnte die Empfindung schön vielleicht dadurch entstehen, dass es unserem Gehirn angesichts des drohenden Chaos gerade noch gelingt, einen Ordnungszustand herzustellen.

Hier sind wir mit unserem Latein am Ende - mehr wissen wir zur Zeit noch nicht.

Ausgerechnet ein griechischer Philosoph, der sich um die Mitte des 3.Jh.n.C. mit der Schönheit der Lebewesen beschäftigte, hilft mir weiter. Es ist erstaunlich, aber seine (um

metaphysische Vorstellungen kreisende) Gedanken kommen mir wie eine Vision meiner Problematik vor: Plotin fragte wie einst Platon nach der Ursache der Schönheit, konnte sich aber nicht, wie der Meister vor sechshundert Jahren, mit einem Abglanz der wahren Schönheit und mit geometrischen Maß-Verhältnissen zufrieden geben. Die Materie ist hässlich, behauptete er, erst durch die Form ("das Eine" genannt) wird sie schön (Form-Haben bedeutet Schön-Sein). Alle Dinge werden zur Einheit durch die formende Kraft der Allseele; diese Formkraft stammt von den Göttern. Wie kann aber nun das sinnlich Wahrnehmbare, das *außerhalb* von uns schön ist, eine Schönheit *in uns* bewirken? Unsere Seele ist ständig auf der Suche nach mehr Leben. Vor der sinnlich wahrnehmbaren Schönheit aber hält sie inne. Die Schönheit dringt in unser Inneres als "Gestalt". Sehen ist eine formende Tätigkeit. Beim Sehvorgang vereinheitlicht unsere formende Seele das am Körperlichen verteilte Nebeneinander, bindet sie ein Vielgliedriges zu einem Ganzen. Was wir draußen wahrzunehmen glauben, ist nicht draußen; wir haben es in uns selber. "Ist es die Allseele, die du... draußen bewunderst, so bewunderst du damit dich selbst." Das von der Allseele Geformte können wir durch ein formendes Sehen erfassen. Wenn wir die von der Allseele geformte Idee an den Körpern erblicken, erkennen wir sie als etwas *unserer Seele Verwandtes*, zu ihr Passendes und können es in unser Inneres aufnehmen. Es ist die *gleiche* Form, die außerhalb und in uns wirkt. Wir erkennen *Gleiches* durch *Gleiches*. Wäre nicht das Auge sonnenhaft, wie könnte es je die Sonne erblicken? Unsere Seele wird des äußeren Schönen inne und spricht es an; indem sie es *wiedererkennt*, billigt sie es und passt sich ihm an. Es ist das Verwandte, dessen Anblick sie erfreut und erschüttert; sie bezieht es auf sich selbst und erinnert sich ihres eigensten Wesens.

Gleicht die Schönheit unseres empfindenden Gehirns nicht der Schönheit der Schmetterlinge?! Sind die Gesetze, die für unser Gehirn gelten, nicht ähnliche oder gar die gleichen Gesetze wie die der übrigen Natur? Liegt das Geheimnis der Natur-Schönheit in der *Übereinstimmung* der *Strukturgesetze* der Außenwelt mit den Gesetzen, nach denen unser Nervensystem strukturiert ist und nach denen es arbeitet? (Dagegen könnte eingewendet werden: Bei der Naturmusterbildung breiten sich Moleküle in einem Gewebe aus, und bei der Mustererkennung handelt es sich um die Verschaltung von Nervenzellen. Die Gehirnmuster dienen der (Er-)kenntnis, haben sozusagen eine logische (oder ratiomorphe) Struktur, Während die Formen und Muster der Natur diese nicht besitzen.) Die *Gestaltbildungsmechanismen* der Natur und unsere *Gestalterkennungsmechanismen* zeigen erstaunlich Gemeinsamkeiten. Wie die Organismenstrukturen ist auch unser

ratiomorpher Apparat hierarchisch aufgebaut. Beide sind dynamische Systeme, ihre Prozesse führen zu geordneten End-Zuständen. Beide entstehen bzw. arbeiten nach dem *gleichen Prinzip*: Sowohl bei der Form- und Musterentstehung als auch bei der Form- und Musterwahrnehmung laufen die Prozesse im Wechselspiel von kurzreichweitiger Aktivierung und langreichweitiger Hemmung ab.

Die Evolution unseres Nervensystems erfolgte in Abhängigkeit von der Umwelt. Alle Wahrnehmungsstrukturen passen zu den Naturformen, weil sich ihre Träger im Laufe der Stammesentwicklung mehr oder weniger an die reale Welt angepasst haben. Die Natur arbeitete von Anbeginn nach ökonomischen Prinzipien, und eben diese Prinzipien stecken in unseren Köpfen (Bei der Untersuchung der Schmetterlingsflügelformen haben wir gesagt, die Mathematik, die in den Flügeln stecke, stamme nicht aus der Natur. Das war aber nur zur Hälfte richtig. Denn das menschliche Gehirn, das die Mathematik erdacht hat, ist ja ein Stück der gleichen Natur wie die Schmetterlinge.) Vielleicht waren es bei unseren Vor-Vorfahren auch schon effektive (stabile, schlichte) Gehirnmuster, die vom Befriedigungszentrum belohnt wurden, weil sie die Welt am optimalsten "rüberbrachten". Die uns als schön begeisternden Muster und Farben waren eben jahrhunderttausendlang die auffälligen Muster und Farben, auf die die ratiomorphen Apparate mit der Ausgestaltung von spezifischen Hirnmustern reagierten. Sie sind genetisch festgelegt und z.T. durch individuelle Erfahrungen und Lernprozesse formbar. Die Naturformen sind die Sender der "Prägnanz" und die Gehirne sind die Empfänger. Das, was als wichtig angesehen wird, eignet sich gut als Signal (einige Naturmuster wurden sogar in Wechselwirkung mit den sie Beachtenden in einer Koevolution gestaltet oder variiert. Schlichte Formen und Spektralfarben wurden bei der Übertragung besonders wichtig. Abweichungen vom weißen Licht waren es wert, bemerkt zu werden; Wellenlängen der Farbe Rot scheinen bevorzugt worden zu sein: rote Beeren hatten z.B. eine besondere Chance, bemerkt zu werden). Ich habe eine Vision. Ich halte die Augen geschlossen; mein Gehirn bzw. die optischen Areale, auf die es ankommt, befinden sich im "Ruhezustand", d.h., alle möglichen Zellen sind mehr oder weniger regellos, Stärker oder schwächer, miteinander verbunden. Ich öffne die Augen und sehe einen Schmetterling. In diesem Moment gerät mein Sehzentrum (modifiziert durch die Impulse der Retina) in einen Erregungszustand, d.h. nur ganz bestimmte (also nicht irgend welche, sondern von dem selbstreferentiellen System selbst angeregte) Gehirnzellen "feuern" Plötzlich, scheinbar wild durcheinander, tatsächlich aber (nach uns noch unbekanntem Gesetzen) auf strenge Weise geordnet. Die stark aktiven Neuronen oszillieren, schwingen

sich in einem gemeinsamen Rhythmus als Ordnungsparameter ein, koordinieren sich, bilden durch ihre kollektive Verhaltensweise einen Zellverband, ein "Gehirnmuster. Mich interessieren die Hirn-Muster, die die Eigenschaft haben, dass zu ihrer Entstehung ein *möglichst geringer* Energie- und Organisationsaufwand notwendig ist, bei denen es aber (trotzdem) zur *optimalen Verschaltung* der Gehirnzellen kommt. Denn "schön" wirkt ein Gegenstand nur, wenn es ihm "gelingt", ein *optimales Strukturmuster* im zuständigen Areal zu generieren. Wenn ein Naturmuster auf bestimmte Weise geordnet ist (wenn es die bekannten Schönheitskriterien "besitzt" und die entsprechenden Signale aussendet), finden wir es schön, weil es in seiner Struktur der entsprechenden *Gehirnmusterbildung* entgegenkommt. Nur bei Entstehung dieser Muster gelangen für ein Schönheitserlebnis ausreichende Meldungen zum Befriedigungszentrum. Zu einfache Figuren bieten zu wenig Reize, und es kommt zu unzureichenden Meldungen; die Anstrengung bei der Ordnungsbildung ist zu gering (die Unsicherheit wird schon am Anfang schnell beseitigt, wir langweilen uns). Können wir keine Ordnung entdecken, wirkt die Konfiguration ebenfalls unbefriedigend (und wird als Konfusion erlebt); bei zu komplexen Gegenständen ist die Reizflut oft zu hoch, so dass der Aufwand für die Musterbildung sehr groß ist. (Wie die optimalen Gehirnmuster aussehen, kann ich allenfalls ahnen; sie wären, könnte man sie sehen, wahrscheinlich nicht "schön").

Es muss sich herausstellen, ob meine Vision Bestand hat. Es wird noch viel geforscht werden. Bis es soweit ist, sei es uns erlaubt, uns auf den Flügeln der Phantasie davontragen zu lassen.

3.7 Überlagerungen

Wenn meine Hypothese stimmt, wie ist es dann möglich, dass die Schönheit der Schmetterlinge von unterschiedlichen Menschen so grundverschieden beurteilt wird? Wie kommt es, dass die Falter von einigen als Ungeziefer angesehen werden, Während sie anderen wie eine Inkarnation des Himmels erscheinen.

Ich muss eingestehen, dass wir nicht allein aus spontan-emotionalen Gründen etwas schön finden. Offenbar spielen dabei auch unsere Gedanken und Ideen, unsere voraus gegangenen Erlebnisse eine entscheidende Rolle. Wir bewerten neue Erlebnisse nicht ohne die alten, wir nehmen Reizmerkmale, die bei früheren Erlebnissen betont wurden oder wichtig waren, Stärker wahr. Wenn wir uns vorher für etwas begeistert haben, fällt es

uns schwerer, es nun zu negieren und umgekehrt (Fixierung). Unter dem Druck von Bedürfnissen, Belohnung, Strafe oder bestimmten Erwartungen entsteht ein spezifischer Wahrnehmungseindruck. So wird mir beispielsweise ein Schmetterling mehr oder weniger schön vorkommen, je nachdem, ob er mir Während einer schweren Enttäuschung oder in einem euphorischen Gemütszustand das erste Mal begegnet ist. Zum anderen hängt unsere Würdigung der Natur-Schönheit eng mit unserer Weltanschauung, mit unseren gesellschaftlichen Normen usw. zusammen, genauer: damit, was wir unter "Natur" verstehen und welche Einstellung wir zu ihr entwickelt haben. So kann ich mir beispielsweise vorstellen, dass die Menschen unterschiedlicher Epochen die Schmetterlinge unterschiedlich gesehen haben.

Ich sehe Beeren sammelnde Urmenschen (Homo erectus) vor mir. Einer aus der Horde bleibt zurück und starrt lange auf einen Falter, der auf einer Blüte sitzt. Findet er ihn schön - oder sieht er in ihm lediglich etwas Essbares oder Ungenießbares? Erst die Jetztmenschen (Homo sapiens) haben Fundstücke hinterlassen, die auf ästhetisches Verhalten schließen lassen (harmonische oder farbige Gegenstände). Es sind keine Höhlenmalereien von Schmetterlingen bekannt. Man fand lediglich eine reizvolle Darstellung aus der Mittelsteinzeit, die zwei Frauen beim Honigsammeln zeigt, umschwärmt von wilden Bienen.

Welches sind die ältesten Schmetterlingsdarstellungen? Ich entdecke Abbildungen von ihnen auf altägyptischen Malereien und solche goldener Plättchen mit Insektendarstellungen aus Gräbern von Mykene aus dem 16.Jh.v.C.

Auch auf einem bemalten Stuckrelief von Knossos ist ein Falter zu erkennen. Diesen Künstlern ging es offensichtlich nicht um die exakte Wiedergabe der Tiere, sondern um die dekorative Gesamtwirkung. Auch später finden wir Tiere nicht um ihrer selbst willen; sie werden in Gleichnissen zur Belebung der Handlung benutzt.

Erstaunlicherweise bekennt ein Denker wie Sokrates auf einem Spaziergang vor der Stadt, dass ihn die Natur nichts lehre. Platon interessiert sich vorwiegend für die Schönheit geometrischer Figuren. Alles nicht-menschliche Leben ist ihm zu "ungeordnet"; es bringe nicht viel Schönes hervor. Anders bei Aristoteles, der betont, dass etwas Wunderbares in den Naturwesen liege, ja, dass deren Schönheit das Ziel ihres Daseins und Werdens sei. Am Ende der Antike, bei Plotin, beseelt die All-Seele, das Leben, die Organismen; durch diese Formgebung leuchtet deren Schönheit auf.

Im ursprünglichen hebräischen Glauben dagegen sind die einzelnen Geschöpfe sündhaft und vergänglich, ein Nichts vor dem Herrn. Im Christentum werden die Tiere religiös

gedeutet, auf den Herrn oder den Teufel bezogen und als abschreckendes oder vorbildliches Beispiel hingestellt. Bei Augustinus wiederum besitzt selbst "Ungeziefer" (zwar "nutzlos und reiner Schmuck") adelige Würde; die kleinsten aller Tiere verdienen die meiste Bewunderung. Falter werden als "Würmer", die eine hübsche Färbung, Proportionen und eine einheitliche Gliederung besitzen, gepriesen.

Noch im 15. und 16. Jh. hat der Europäische Mensch, seinem religiösen Naturgefühl folgend, ein unkompliziertes, naives Verhältnis zu den Lebewesen als Kreaturen Gottes. Die Natur ist ein grüner Lustgarten voller Sonnenschein und abertausend großen und kleinen Gotteswundern. (Einige Neugierige beginnen nun, sich mit dem Körperbau, der Lebensweise und der Entwicklung der Lebewesen zu beschäftigen.

Der Schweizer Konrad Gesner beschreibt Falter und Raupen noch als getrennte Gruppen und bezeichnet die Schmetterlinge mit selbsterfundenen Namen.) Im 17. Jh. isoliert und entfremdet sich (zumindest der "gebildete") Mensch immer stärker von der Natur, gesteht ihr keine Eigenständigkeit und keine Rechte mehr zu. Die Kreatur ist von Gott für den Menschen geschaffen worden und hat sich ihm unterzuordnen. Der Mensch kann - außerhalb der Natur stehend - dieser alle Geheimnisse entreißen und sie beherrschen. Tiere besitzen weder Vernunft noch Seele, können wie ein toter Gegenstand behandelt werden, da sie lediglich Materie und (in ihrer Funktion) Maschinen seien. Der ursprüngliche Naturzustand ist ein roher Zustand im Elend; je weiter man sich von der Natur entfernt, umso glücklicher kann man werden. In den Parks wird nach der Schnur gepflanzt, es regieren Säge und Heckenschere. Manche Lebewesen, die sonst nicht viel taugen, sind aber doch den Augen des Menschen wert, weil sie ihm ästhetischen Genuss(!) bringen; er wählt sie willkürlich aus, wenn es ihm passt und Lust bereitet. Der Natur-Schönheit wird kein eigener Wert zuerkannt. (In dieser Zeit veröffentlicht Jean Goedart ein Buch, in dem er alle Entwicklungsstufen von 140 Insekten beschreibt und abbildet. Jan Swammerdam untersucht zum ersten Mal die Anatomie der Insekten mit einem Mikroskop.)

An der Schwelle des 18. Jh. reist die Blumen- und Insektenmalerin Merian nach Surinam. Sie ist von den tropischen Schmetterlingen so begeistert, dass sie ihnen mehrere Jahre ihres Lebens widmet, um sie an Ort und Stelle malen zu können. Während des 18. Jh. wandelt sich der Naturbegriff noch einmal grundlegend. Für den Naturforscher George Buffon ist die unveränderte Natur noch eine traurige Wüstenei, die "unreinen" Tieren zum Aufenthalt dient. Nur der Mensch kann ihr Anmut und Leben schenken; lediglich die kultivierte Natur ist schön. Im Verlaufe des Jahrhunderts entdecken einige Avantgardisten

ursprüngliche, natürliche Wildheit und Schönheit. Bald sind alle Geschöpfe die glückseligen Kinder der unendlichen und unerschöpflichen Mutter Natur. Sie rühren durchs Auge der Seele Inneres, wenn der Mensch mit betrachtendem Gemüte ihre Schönheit um ihrer selbst Willen genießt. Jean Jaques Rousseau berauscht sich an der Natur, empfindet sie als etwas Verwandtes und Trostgebendes und glaubt in ihr eine der Tiefe des eigenen liebenden Herzens verwandtes fühlendes Wesen zu finden. Die Natur scheint beseelt zu sein, in ihr herrscht vollkommene Harmonie; in der vom Unverstand der Vielen unberührten Welt verbirgt sich ihr wahrer Wert. In der romantischen Epoche zu Beginn des 19.Jh. wird die Natur noch geheimnisvoller als eine vom Unendlichen und Jenseitigen raunende, liebesdurchpulste, göttliche Wunderwelt erlebt. Nun werden die Tiere zu Kindern der mütterlichen Erde und sogar zu Brüdern der Menschen. Oken entwirft eine Tierseelenkunde und beschreibt Insekten, die einen Kunsttrieb und geschickte Glieder haben; sie seien die tapfersten und stärksten, aber auch die schlauesten und falschesten Wesen der Erde, in ihrer Brust wohnten Gesundheit, Lebensfülle, Edelsinn und Heldentum. Im Zeitalter des Realismus endet diese Anbetung der Natur.

Das 19.Jh. hat zwei Gesichter: Der Forschungsreisende Alfred R.Wallace schreibt, nachdem er einen tropischen Falter erbeutet hat, in sein Tagebuch: "Die Schönheit und der Glanz dieses Insekts lassen sich nicht beschreiben, und nur ein Naturforscher wird die intensive Erregung würdigen können, welche ich empfand, nachdem ich es endlich gefangen. Als ich es aus dem Netze nahm und die prachtvollen Flügel entfaltete, begann mein Herz heftig zu klopfen, das Blut stieg mir zu Kopfe, und ich fühlte mich einer Ohnmacht viel näher, als wenn ich dem Tod ins Auge geschaut hätte." Zur gleichen Zeit wird die Natur für die deutschen Philosophen zum abstrakten Anfang einer Entwicklung zum Bewusstsein mit dem Ziel des absoluten Geistes. Für Hegel ist das bewusste Verbleiben in der Natur das Böse, das dem wissenden Guten weichen müsse. Da ihm das Schöne das sinnliche Scheinen der im menschlichen Geiste verwirklichten Idee ist, fühlt er sich bei der Natur-Schönheit zu sehr im Unbestimmten. Er kann sich eine Beschäftigung mit dieser Schönheit um ihretwillen nicht vorstellen als er schreibt: "... so ist doch wohl noch niemand auf den Einfall gekommen, den Gesichtspunkt der Schönheit der natürlichen Dinge herauszuheben und eine Wissenschaft, eine systematische Darstellung dieser Schönheiten machen zu wollen."

Die "Dekadenz"-Bewegung des 20. Jh. glaubt an eine "anorganische", kalte, rohe und abstoßende, bedrohliche und gefühlsabweisende Natur, die von Auflösung, Fäulnis und Verfall beherrscht sei. Im Surrealismus finden wir die unbegreifliche, dämonische Natur.

Der Kunstkritiker Benedetto Croce zieht einen Schlussstrich unter das Kapitel Natur-Schönheit. Er wertet sie nicht nur - wie Hegel - ab, für ihn ist Natur bar jeder Schönheit. Schönheit habe überhaupt nichts mit der Beschaffenheit von Dingen zu tun. Alles, was nicht eine Schöpfung des ästhetischen Geistes ist, sei weder schön noch hässlich. Auch dem Marxismus gerät die "reale" Natur aus dem Blick. Herbert Marcuse jedoch will ihre Befreiung und die Wiederentdeckung ihrer lebenssteigernden, sinnlich-ästhetischen Qualitäten, die einem in endlosen Konkurrenzleistungen vergeudetem Leben fremd seien. Theodor W. Adorno fordert um der Kunst willen eine Rückbesinnung auf das Naturschöne des "Statthalters der Unmittelbarkeit". Der Mensch habe sich der Natur bemächtigt, deren Schönheit nun (nur und nur noch) aus dem Verlust der Unmittelbarkeit aufscheinen könne. Die Schönheit der Natur sei gerade das, was die Natur nicht (nicht mehr oder noch nicht) sei. Schön sei die Natur lediglich dort, wo sie sich der Eindeutigkeit entziehe, wirklich sei das Schöne nur als Entgleitendes. Die Natur-Schönheit blitze auf und verschwinde, aber gerade die grundsätzliche Unbestimmbarkeit mache ihr eigentliches Wesen und ihren Wert aus. Adorno kritisiert den idealistischen Hochmut gegen das an der Natur, was nicht Geist sei. Er hofft auf die Steigerung des Gefühls des Naturschönen mit dem Leiden des auf sich zurückgeworfenen Subjekts an einer zugerichteten und veranstalteten Natur. In unserem Weltschmerz, um unserer selbst willen, müssten wir der Natur Geltung zubilligen, wozu auch Achtung vor dem Individuellen, Singulären und Betroffenheit gehörten.

Zu Beginn des 21. Jh. sehen sich manche noch immer als Beherrscher der Natur; als Macher glauben sie, die Umweltprobleme in den Griff bekommen zu können. Andere meinen ihre Existenznotwendigkeit begründen zu können: die Natur könne einen Eigenwert besitzen, vielleicht sogar ein Recht beanspruchen - notfalls auch ohne den Menschen - weiter zu existieren. Je mehr die Natur verschwindet, umso intensiver wird versucht, die verloren gehenden Schätze festzuhalten.

Haben wir nun aus der Natur gelernt, was wir schön finden?

Solange der Mensch sein Leben jeden Tag gegen Raubtiere verteidigen musste und oft Hunger litt, unterschied er die ihn umgebenden Natur wohl hauptsächlich als Feind oder

Beute. Schwärmerisches Naturgefühl war da nicht am Platze. Wahrscheinlich haben wir erst relativ spät im Laufe unserer Geschichte ein Schönheitsempfinden für die Natur (die Schmetterlinge) entwickeln können. Vielleicht musste sich der Mensch erst frei machen von der Furcht vor Dämonen und Naturgottheiten. Noch heute verkörpert der Schmetterling im Glauben einiger Völker die menschliche Seele, Tote, Elfen oder Hexen, gilt als Krankheitsdämon, erzeugt Alpdruck, Pest, Fieber und verwirrt die Gedanken. Als Orakeltier kündigt er, je nach Färbung und Tageszeit, Gutes oder Böses. Wenn man einen Schmetterling als Geist eines Verstorbenen fürchtet, wird man ihn nicht schön finden können.

Die archaisch denkenden Menschen grenzten ihr "Göttliches" nicht scharf vom Umweltgeschehen ab; ihr Transzendentes war kein Ganz-Anderes, es konnte jederzeit im Diesseits erscheinen. Umgekehrt nahmen sie das Außen nicht als Außen wahr; für sie existierte noch kein "neutrales isoliertes, entzaubertes Feld der Faktorenaußenwelt". Andere Lebewesen wurden zu einem anthropologischen Reflex, wurden noch nicht wie heute verdinglicht, nicht als Objekte betrachtet; es wurde an ihnen "vorbeigesehen". Erst nachdem wir in unserer Zivilisation der Natur in einer materiell und geistig luxuriösen, unabhängigen Position gegenüberreten konnten, nachdem sich ein gewisses "Vertraulichkeits-Verhältnis" ihr gegenüber entwickelt hatte, konnte sich das reine Betrachten entwickeln. Vielleicht ist das Naturschöne auch in dem Moment "entstanden", als der Mensch es an der von Gott geschaffenen schönen Kreatur bewundern zu können glaubte? Der an einen nichtschristlichen Gott glaubende Plotin pries die Natur aber ebenso wie Augustin. War die religiöse Dogmatik die Ursache dafür, dass Lebewesen kein Thema waren? Für die Autoren im Land der Bibel waren sie nicht schön, obwohl es in ihrer Landschaft von Faltern gewimmelt haben muss. Auch später konnte ein Geist in einem verachtungswürdigen irdischen Leib natürlich erst recht an Tieren keine Schönheit entdecken.

Wann müssten uns demnach Schmetterlinge am schönsten erscheinen? Wahrscheinlich in dem Moment, in dem wir die Natur als ursprünglich und im Werden begreifen, vielleicht, wenn wir in ihr geheimnisvolle Gesetze vermuten. Wenn wir ihr eigenständige Rechte zugestehen, wenn wir den drohenden Verlust der Natur bedauern, also in jedem Schmetterling das auf ewig verlorene Paradies sehen. Die Schönheit der Schmetterlinge scheint aber auch davon abzuhängen, was sie einem materiell wert sind. Unser Schönheitsverhalten ist variabel und anpassungsfähig. Schönheit ist für uns (auch) das, was uns nützt und was uns wichtig und angenehm, ja, was ertragreich und

gewinnbringend ist. Ästhetische Differenzen gab und gibt es auch zwischen unterschiedlichen Berufen, sozialen Schichten und Altersgruppen. Die bäuerliche Bevölkerung lebt auch heute noch naturnäher als der Stadtbewohner in der Betonwüste. Der Ruf nach mehr Natur kam und kommt aus den Städten. Wahrscheinlich kann der vom ökonomischen Druck entlastete "Bildungsbürger" die reizvolle Feinheit der Formen und die Harmonien der Farben stärker empfinden. Berufliche Tätigkeiten wirken sich aus: Der Unkraut und "Schädlinge" bekämpfende Bauer, der Angestellte des Gartenbauamtes, der Grundstücksspekulant, der abgearbeitete Schichtarbeiter, der Künstler, der Naturwissenschaftler sehen im selben Objekt etwas anderes. Auch das Lebensalter spielt eine Rolle: Kinder lieben das Grelle und Bunte, leuchtende Spektralfarben, das Glänzende und Glitzernde; in späteren Jahren werden oft das Dezentere, Moderatere, Mischfarben und Pastelltöne bevorzugt. Es kommt sehr darauf an, ob die angeborenen Möglichkeiten, Schönheit empfinden zu können, entwickelt oder gehemmt werden, ob ein Kind frühzeitig Gelegenheit bekommt, Formen und Farben zu erkunden und lustvoll zu erleben. Eine Kindergärtnerin, ein Biologielehrer oder Kunsterzieher können die Liebe zur Natur und das Schönheitsempfinden wecken oder verschütten. Sibylla Merian hatte das Glück, in einer nicht unvermögenden Künstlerfamilie aufzuwachsen, wo sie schon frühzeitig den vielfältigsten ästhetischen Eindrücken ausgesetzt war und wo ihre künstlerischen ebenso wie ihre naturwissenschaftlich-rationalen Anlagen gefördert wurden. Für die Entwicklung unseres Schönheitsempfindens ist es nicht unwichtig, ob Blumen im nahe gelegenen Wald oder Garten wachsen, die von Schmetterlingen umgaukelt werden oder ob Papierblumen auf der Vitrine verstauben und Schmetterlinge - wenn überhaupt - nur aus Bilderbüchern oder Computerspielen bekannt sind. Es ist nicht egal, wie ein sich ins Zimmer verirrender Falter behandelt wird - als Wunder oder als lustige Abwechslung, als sadistisches Spielzeug oder eben als Viehzeug. Dem Ignoranten können die herrlichsten Muster nichts sagen. Wem jedoch das Aufblitzen von Schönheit ein großer, unwiederbringlicher Moment im vergänglichen Dasein des Kosmos und des ihn wahrnehmenden Menschen bedeutet, dem werden Falterflügel nichts Selbstverständliches sein. Er wird sie anschauen und ihre Schönheit dankbar genießen.

4 Anstelle eines Nachwortes

Nach soviel trockener Theorie zieht es mich ins Freie. Ich liege auf einer Wiese. Über mir tummeln sich zwei Schmetterlinge.

Ich hatte Angst, dass meine Lieblinge gelitten haben könnten, als ich sie durch die intellektuelle Mangel drehte. Aber sie erstrahlen im alten Glanz, prächtig wie eh und je. Ich schließe die Augen und habe im Moment keine Fragen mehr.

Darüber muss ich wohl eingeschlafen sein, denn ich erinnere mich, dass ich einem höflichen, sprechenden Falter begegnete.

Nachdem wir Komplimente ausgetauscht haben, will ich ihn ausfragen. Ob er mit manchem Philosophen glaube, dass die Schönheit jedem entgleite, der sie zu ergründen suche... Er meint, jeder habe das Recht, Schönheit wissenschaftlich zu untersuchen.

Dann will ich wissen, ob er schön sei oder nicht. Darauf könne er nicht antworten, erwidert er, weil er nicht mit den Schultern zucken könne. Angenommen, Schmetterlinge seien schön: aus welchem Grunde seien sie es? Darauf er: "Na, hör mal, mit deinen Augen betrachtet, mit deinem Gehirn empfunden, können wir ja gar nicht anders, da müssen wir ja schön sein!"

Ist das die für manches Unbill entschädigende, alle meine Schönheits-Fragen beantwortende Weisheit?!

Ich ziehe es vor zu erwachen, um in Ruhe darüber nachzudenken.

Literaturverzeichnis

Adorno, Theodor W.: Ästhetische Theorie. Ges. Schriften, Bd.7. Suhrkamp, Frankfurt(M)
1970

"Ästhetik" (Stichwort):

1. Brockhaus-Enzyklopädie in 24 Bänden, Bd.2, F.A. Brockhaus, Mannheim 1986/87.

2. Meyers Neues Lexikon, Bd.1. Bibl. Institut., Mannheim 1978.

3. Thomas, Karin: DuMonts kleines Sachwörterbuch zur Kunst des 20. Jahrhunderts.
DuMont, Schauberg/ Köln 1973

Alberti, : De re aedificatoria, VI,2

Anderson, John R.: Kognitive Psychologie. Eine Einführung. Spektrum der Wissenschaft,
Heidelberg

Aristoteles: Metaphysik. (zit.n.Hart Nibbrig)

Arnheim, Rudolf: Zur Psychologie der Kunst. Kiepenheuer & Witsch, Köln 1977

Arnold, W./ Eysenck, H.-J./ Meili, R.(Hg.): Lexikon der Psychologie, 1.Bd. Herder,
Freiburg 1980

Augustinus, Aurelius: Bekenntnisse. Deutscher Taschenbuch Verlag, ... 1992

- : Die Ordnung. Ferdinand Schöningh, Paderborn 1965

- : Selbstgespräche über Gott und die Unsterblichkeit der Seele. Hier: "Einführung".
Artemis, Zürich 1954

- : Über die wahre Religion. Philipp Reclam Jun., Stuttgart 1983

Augros, Robert/ Stanciu, George: Die Neue Biologie (Versuch eines Philosophen und
eines Physikers, Darwin zu widerlegen, das Leben auf Gott zurückzuführen und den
Menschen wieder an die Spitze einer Hierarchie zu setzen). Scherz, Bern/ ... 1987

Autorenkollektiv unter Leitung von J.Herrmann und H.Ullrich: Menschwerdung. Akademie
Verlag, Berlin 1991

Atkins, Peter W.: Schöpfung ohne Schöpfer? Rowohlt, Reinbek b.Hamburg 1987

Bak, Per/ Chen, Kan: Selbstorganisierte Kritizität in: Spektrum der Wissenschaft 3/1991

Barlow, Robert B. jun.: Auge und Gehirn: Zwei-Wege-Kommunikation in Spektrum der
Wissenschaft 6/1990

Barrow, John D.: Die Natur der Natur. Wissen an den Grenzen von Raum und Zeit
(u.a.Kapitel über Mathematik und Schönheit i.d.Natur). Rowohlt, Reinbek b.Hamburg 1993

- : Warum die Welt mathematisch ist. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1992

- Bartels, Andreas:** Grundprobleme der modernen Naturphilosophie. Schöningh, Paderborn 1996
- Baumgarten, Alexander G.:** Theoretische Ästhetik. Felix Meiner, Hamburg 1983
- Bense, Max:** Aesthetica. Einführung in die neue Ästhetik. Agis-Verlag, Baden-Baden 1965
- : Aesthetische Information. Aesthetica II. Agis-Verlag Krefeld/ Baden-Baden 1965
- : Einführung in die informationstheoretische Ästhetik. Rowohlt's deutsche Enzyklopädie. Sachgebiet Philosophie.
- Berlyne, D.E.:** Aesthetics and Psychobiology. Appleton-Century-Crofts. Eredith Corporation, New York 1971
- Beyer, Hans:** Lehrbuch der organischen Chemie. S.Hirzel, Stuttgart 1978
- Bielka, H. (Hg.):** Molekularbiologie. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1985
- Bieri, Peter:** Was macht Bewußtsein zu einem Rätsel? in: Spektrum der Wiss.10/1992
- Biese, Alfred:** Das Naturgefühl im Wandel der Zeiten. Quelle & Meyer, Leipzig 1926
- Biesold, D./ Matthies, H.(Hg.):** Neurobiologie. Gustav Fischer, Stuttgart/ New York 1977
- Bijok, J.:** Fliegende Kleinodien - ein farbiges Falterbuch,
- Björn, Lars Olof:** Photobiologie. Gustav Fischer, Stuttgart 1975
- Böhme, Gernot:** Für eine ökologische Natur-Ästhetik. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1989
- Böhme, Gernot (Hg.):** Klassiker der Naturphilosophie. Von den Vorsokratikern bis zur Kopenhagener Schule. C.H.Beck, München 1989
- Bodenstein, Helmut:** Der Logos der Evolution. Bodenstein, Eichenau 1983
- Borgeest, Claus:** Das sogenannte Schöne. S.Fischer, Frankfurt(Main) 1977
- Bortz, J.:** Psychologische Ästhetikforschung - Bestandsaufnahme und Kritik- in: Psychologische Beiträge, Bd.20,1978. Anton Hain, Meisenheim am Glan
- Braitenberg, Valentin/ Hosp, Inga (Hg.):** Evolution. Entwicklung und Organisation in der Natur (u.a. Artikel von W.Fontana, A. Gierer, H.Haken, H.J.Jerison, M.Maestro, O.E.Rössler, L.Stringa). Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek b.Hamburg 1994
- / **Schüz, Almut:** Cortex: hohe Ordnung oder größtmögliches Durcheinander? Spektr.d.Wissensch.5/1989
- Braun, Gerhard:** Grundlagen der visuellen Kommunikation. Bruckmann, München 1987
- Brentano, Franz:** Geschichte der griechischen Philosophie. Francke, Bern/ München 1963
- : Grundzüge der Ästhetik. Francke, Bern 1959

- Bresch, C.:** Zwischenstufe Leben. Evolution ohne Ziel? Hier: Musterbildung. Piper, München/Zürich 1977
- / **Hausmann, R.:** Klassische und molekulare Genetik. Springer-Verlag, Berlin, ... 1972
- Brockhaus-Lexikon in 13 Bänden.** Hier: Stichwörter "Ästhetik", "Naturgefühl" und Naturphilosophie". F.A.Brockhaus, Wiesbaden 1952
- Brockman, John (Hg.):** Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft (u.a. Artikel über Ordnung, Zufall, Information von B.Goodwin, J.D.Farmer, S.Kauffman, M.Gell-Mann, S.J.Gould, M.Mink, R.Schank, G.C.Williams). btb/ Goldmann, München 1996
- Brou, Philippe/ ...:** Die Farben der Dinge in: Spektrum der Wissenschaft, 11/1986
- Brügge, Peter:** Zum Überleben zu tüchtig? in: Der Spiegel, 35 und 36/1990
- Brucker, Gerd:** Ökologie und Evolution. Experimentelle Tierökologie und evolutionsbiologische Modelle. Hier insbes.: Färbung und Tarnung. Aulis Deubner, Köln 1981
- Brugger, Bernhard:** Die Psychologie vor dem Schönen. Peter Lang, Frankfurt(M)/ ... 1987
- Bruns, Herbert:** Warn- und Tarntrachten im Tierreich. Kosmos/Franck, Stuttgart 1952
- Buddecke, Eckhart:** Grundriss der Biochemie. Walter de Gruyter. Berlin/ New York 1980
- Burke, Edmund:** Philosophische Untersuchung über den Ursprung unserer Ideen vom Erhabenen und Schönen. Felix Meiner, Hamburg 1989
- Burkhardt, Dietrich:** Die Welt mit anderen Augen. Wie Insekten und Vögel die Welt und ihre Farben sehen in: Biologie in unserer Zeit, 2/1989
- (Hg.): Signale in der Tierwelt. Vom Vorsprung der Natur. Moos & Partner, Gröfelling 1987
- Calvin, William H.:** Die Symphonie des Denkens. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1995
- Cassirer, Ernst:** Die Grundprobleme der Ästhetik in: Schriften zur Kunsttheorie V hgg.von Hein Stünke. Alexander Verlag, Berlin 1989
- Chalmers, David J.:** Das Rätsel des bewussten Erlebens in: Spektrum der Wissenschaft, 2/1996
- Chaos und Fraktale.** Spektrum der Wissenschaft. Verständliche Forschung. Heidelberg 1989
- und **Kreativität** . Geo Wissen. Gruner + Jahr, Hamburg 1990
- Ciampi, Luc:** Die Hypothese der Affektlogik in: Spektrum der Wissenschaft 2/1993

- Cízek, Frantisek/ Hodánová, Danuse:** Evolution als Selbstregulation. VEB Gustav Fischer, Jena 1971
- Cohen, Jack/ Steward, Ian:** Chaos und Antichaos. Deutscher Taschenbuch V., München 1994
- Colditz, Gabriele:** Schmetterlinge. Bayr.Landwirtschaftsverlag, München/ ... 1994
- Coppens, Yves:** Die Wurzeln des Menschen. Das neue Bild unserer Herkunft. Ullstein Sachbuch, Frankfurt(M)/Berlin 1987
- Cramer, Friedrich:** Chaos und Ordnung. Die komplexe Struktur des Lebendigen. Deu.Verlags-Anstalt, Stuttg.1989
- / **Kaempfer, Wolfgang:** Die Natur der Schönheit. Zur Dynamik der schönen Formen. Insel ...
- Creutzfeldt, Otto D.:** Die wissenschaftliche Erforschung des Gehirns. Das Ganze und seine Teile. Rheinisch-Westfäl. Akad.d.Wissenschaften. Westdeutscher Verlag, Opladen 1991
- Croce, Benedetto:** Aesthetik als Wissenschaft des Ausdrucks und allgemeine Linguistik. Theorie und Geschichte. Alfred Kröner, Leipzig 1903
- Crutchfield, James P., Farmer, J.Doyne, Packard, Norman H. und Shaw, Robert S.:** Chaos in: Spektrum der Wissenschaft 2/1987.
- Cube, Felix von:** Was ist Kybernetik? Carl Schünemann, Bremen 1967
- Dalton, Stephen:** Im Flug gestoppt. Tierfotos in Kurzzeittechnik. Gerstenberg, Hildesheim 1992
- Dance, S.Peter/ Hancock, E.Geoffrey:** Schmetterlinge. Die schönsten Natur-Grafiken. Jeunesse, Vaduz/Zug 1991
- Danesch, Edeltraut/ -, Othmar:** Natur durch die Lupe. Silva-Verlag, Zürich 1981
- Darwin, Charles:** Die Abstammung des Menschen. Hier: Kap.11: Sekundäre Sexualcharaktere der Insekten. Fourier, Wiesbaden 1986
- : Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Philipp Reclam jun., Leipzig 1949
- Darwin für Anfänger.** Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 1982
- Daumer, Karl/ Hainz, Renata:** Verhaltensbiologie. Ethologie, Kybernetik und Neurophysiologie. Biologie für die Sek.-stufe II. Bayr.Schulbuch-Verlag, München 1983
- Davies, Paul:** Der Plan Gottes. 1995
- : Die Urkraft. Auf der Suche nach einer einheitlichen Theorie der Natur. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1990

- : Prinzip Chaos. Die neue Ordnung des Kosmos. Goldmann, C.Bertelsmann, München 1988
- Dawkins, Richard:** Der blinde Uhrmacher. Ein neues Plädoyer f.d. Darwinismus. Kindler, München 1987
- : Gipfel des Unwahrscheinlichen. Wunder der Evolution. Rowohlt, Reinbek b.Hamburg 1999
- Delius, Juan D.:** Komplexe Wahrnehmungsleistungen bei Tauben in: Spektrum der Wiss. 4/1986
- Deussen, :** Geschichte, Bd.II, 1.Abt, 1911 (zit.n.Störig)
- Dewey, John:** Kunst als Erfahrung. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1980
- Diemer, Alwin:** Einführung in die Ontologie. Anton Hain, Meisenheim(Glan) 1959
- : Grundriss der Philosophie. Band 2: Die philosophischen Sonderdisziplinen. Hier: S.290-302: B. Ästhetik. Anton Hain, Meisenheim(Glan) 1964
- Dörner, Dietrich/ Vehrs, Wolfgang:** Ästhetische Befriedigung und Unbestimmtheitsreduktion in: Psychological Research Vol.37. Springer-Verlag Berlin/... 1974/75
- Dolce, L.:** Dialogo della pittura intitolato I Aretino. Ed.Barocchi, 1557
- Dorsch, Friedrich:** Psychologisches Wörterbuch. Hans Huber, Bern, ... 1982
- Ebeling, Werner:** Chaos - Ordnung - Information. Harri Deutsch. Ffm 1989.
- / **Engel, Andreas/ Feistel, Rainer:** Physik der Evolutionsprozesse. Akademie Berlin 1990
- Edwards, Lawrence:** Geometrie des Lebendigen. Vom Erleben gestaltbildender Naturkräfte. Freies Geistesleben, Stuttgart 1986
- Ehrensels, Christian v.:** Über Gestalt-Qualitäten. Vierteljahrszeitschrift f.wiss. Philosophie, Nr.4, S.249 ff., 1890
- Eibl-Eibesfeldt, Irenäus:** Die Biologie des menschlichen Verhaltens. Grundriss der Humanethologie. Piper, München/ Zürich 1986
- Eid, Alain/ Viard, Michael:** Schmetterlinge. Familien, Lebensraum, Wissenswertes. Karl Müller, Erlangen 1997
- Eidmann, Hermann/ Kühlhorn, Friedrich:** Lehrbuch der Entomologie. Paul Parey, Hamburg/Berlin 1970
- Eigen, Manfred:** Entstehung des Lebens in: Natur 3/1983
- : Stufen zum Leben. Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie. Piper, München/... 1987

- / Winkler, Ruthild: Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall. Piper, München 1987
- Eisenhardt, Peter/ Kurth, Dan/ Stiehl, Horst:** Wie Neues entsteht. Die Wissenschaften des Komplexen und Fraktalen. Rowohlt Taschenbuch, Reinbek bei Hamburg 1988
- Emmeche, Claus:** Das lebende Spiel. Wie die Natur Formen erzeugt. Rowohlt, Reinbek 1994
- Emsley, Michael G.:** Magie des Papillons. Draeger, ditour, VILLO, Paris 1975
- Engel, Fritz-Martin:** So bewegen sich die Tiere. Südwest, München 1969
- Engels, Eve-Marie:** Erkenntnis als Anpassung? Eine Studie zur evolutionären Erkenntnistheorie. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1989
- Erben, Heinrich K.:** Die Entwicklung der Lebewesen. Spielregeln der Evolution (u.a.: Form, Funktion, Umwelt). R.Piper, München 1988
- Erbsubstanz DNA.** Spektrum der Wissenschaft. Verständliche Forschung. Heidelberg 1985
- Erhardt, Andreas** in: Lesch, W.: Naturbilder. Birkhäuser, Basel 1996
- Evolution,** Die. Von Ruth Moore und der Redaktion der Time-Life-Bücher. Hier: Mathematische Untersuchung der Mimikry durch R.A.Fisher. Rowohlt Taschenbuch, Reinbek 1976
- : Spektrum der Wissenschaft. Verständliche Forschung. Heidelberg 1983
- : Stufen der Menschwerdung. Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, Naturkunde-Abteilung, 1983
- **der Pflanzen- und Tierwelt.** Fernstudium Naturwissenschaften. Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. Hier: 2.Ursachen und Mechanismen der Evolution (1987), 3.Theoretisch Grundlagen der Evolutionsbiologie (1986)
- **des Menschen.** s.o. Hier: 1.Stellung des Menschen im System der Primaten (1990); 5.Evolution und Erkennen (1990)
- Evolutionäre Erkenntnistheorie,** Die. Bedingungen, Lösungen, Kontroversen. Hgg. von R.Riedl und F.M.Wuketits. U.a. mit Beiträgen von K.Lorenz, E.Oeser, G.Radnitzky, R.Riedl, G.P.Wagner. Paul Parey, Berlin/ Hamburg 1987
- Facchini, Fiorenzo:** Der Mensch. Ursprung und Entwicklung. Weltbild Verlag, Augsburg 1991
- Farb, Peter u. d. Redaktion d. Time/Life-Bücher:** Die Insekten. Rowohlt-Tb, Reinbek 1976
- Fechner, Gustav T.:** Vorschule der Ästhetik. Leipzig 1876
- Feijóv:** Teatro crítico. (zit.n.Croce)

- Ferrari, Marco:** Farben im Tierreich. Tarnen. Täuschen. Überleben. Stürtz, Würzburg 1993
- Ferry, Luc:** Der Mensch als Ästhet. Die Erfindung des Geschmacks im Zeitalter der Demokratie. J.B.Metzler, Stuttgart/ Weimar 1992
- Feustel, Rudolf:** Abstammungsgeschichte des Menschen. Aula Verlag, Wiesbaden 1986
- Finke, Ronald A.:** Bildhaftes Vorstellen und visuelle Wahrnehmung in: Spektrum der Wissenschaft, 5/1986
- Fischer, Ernst Peter:** Unser Gehirn in: Bild der Wissenschaft 1 bis 5/1985
- / **Mainzer, Klaus (Hg.):** Die Frage nach dem Leben (u.a. Mustererkennung in: H.Haken/A.Wunderlin: Die Entstehung von Ordnung aus dem Chaos). Piper, München 1990
- Flemming, Willi:** Der Wandel des deutschen Naturgefühls vom 15. zum 18.Jahrhundert. Max Niemeyer, Halle(Saale) 1931
- Fogden, Michael/ -, Patricia:** Farbe und Verhalten im Tierreich. Herder, Freiburg, ...1975
- Follmann, Hartmut:** Chemie und Biochemie der Evolution: Wie und wo entstand das Leben? Uni-Taschenbuch 1098. Quelle & Meyer, Heidelberg 1981
- Forster, Walter/ Wohlfahrt, Theodor:** Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Forster, Walter: Bd.1.Biologie der Schmetterlinge. Franckh´sche Verlagshandlung, Stuttgart 1977
- Fossilien in Farbe.** Südwest, München 1972
- Frank, Helmar:** Informationsästhetik. Schnelle, Quickborn 1968
- : Kybernetik und Philosophie. Duncker & Humblot, Berlin 1966
- Frank, Philipp:** Das Kausalgesetz und seine Grenzen. Hrsg.von Anne J.Kox. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 734, Frankfurt(Main) 1988
- Franke, Herbert W.:** Computergraphik. Computerkunst. Bruckmann, München 1971
- : Kunst contra Technik? Wechselwirkungen zwischen Kunst, Naturwissenschaften und Technik. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt(Main) 1978
- : Phänomen Kunst. Die kybernetischen Grundlagen der Ästhetik. DuMont, Schauberg, Köln 1974
- : Wohin kein Auge reicht. Bilder aus der Welt des Unsichtbaren. F.A.Brockhaus, Wiesbaden 1959
- Freeman, Walter J.:** Physiologie und Simulation der Geruchswahrnehmung. Hier: chaotische, kollektive Aktivität von Nervenzellen) in: Spektrum der Wissenschaft 4/1991

- Frisch, Karl von: Über Zeichnungsmuster auf Schmetterlingsflügeln in: Bayrische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwiss. Klasse. Sitzungsberichte, München 1958
- Frisch, Otto von:** 1000 Tricks der Tarnung. Ravensburger Taschenbücher, Otto Maier, Ravensburg 1979
- Füller, Horst:** Die Schönheit der Tiere. Studien über die tierische Erscheinung. Urania, Jena/ Berlin 1995
- Gadamer, Hans-Georg:** Die Aufgabe einer neuen Anthropologie in: Gadamer, Hans-Georg/ Vogler, Paul (Hg.): Biologische Anthropologie, 1. Teil in: Neue Anthropologie, Bd.1. Georg Thieme, Deutscher Taschenbuchverlag, Stuttgart 1972
- Gardner, Martin:** Unsere gespiegelte Welt. Hier: Symmetrie von Lebewesen und Kristallen). Ullstein, Berlin/ ... 1982
- Garroni, Emilio:** Sinn und Paradox. Die Ästhetik, keine Fachphilosophie. Peter Lang, Ffm/ ... 1991
- Gehirn, Das:** Mit Beiträgen über Geist und Materie, neuronale Netzwerke, Sehen und Erkennen. Spektrum der Wissenschaft 11/1992
- und Kognition (mit Beiträgen über Hirnentwicklung und Umwelt, Reizverarbeitung u.a. von W.Singer). Verständliche Forschung. Spektrum der Wissenschaft, 1991
- Gehlen, Arnold:** Anthropologische Forschung. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1976
- : Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt. Athenum, Frankfurt(M)/Bonn 1962
- : Urmensch und Spätkultur; Philosophische Ergebnisse und Aussagen. Athen,,um, Ffm/Bonn 1964
- Genz, Henning:** Symmetrie - Bauplan der Natur. R.Piper, München/Zürich 1987
- Gerok, Wolfgang/ ... (Hg.):** Ordnung und Chaos in der unbelebten und belebten Natur. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Hirzel, Stuttgart 1990
- Giannarás, Anastasios (Hg.): Ästhetik heute (u.a. Vorträge von S.Maser und A.Moles). Francke Verlag, München 1974
- Gibson, James J.:** Die Sinne und der Prozess der Wahrnehmung. Hans Huber, Bern, ... 1973
- Gierer, Alfred:** Die gedachte Natur. Ursprung, Geschichte, Sinn und Grenzen der Naturwissenschaften. R.Piper, München/Zürich 1991
- : Die Physik, das Leben und die Seele. Anspruch und Grenzen der Naturwissenschaft (u.a. biologische Strukturbildung und Gestalterkennung). R.Piper, München 1984

- Giesz, Ludwig:** Phänomenologie des Kitsches. Wolfgang Rothe, Heidelberg 1960
- Gloy, Karen:** Das Verständnis der Natur. Bd.I: Die Geschichte des wissenschaftlichen Denkens. C.H.Beck, München 1995
- Goodman, Corey S./ Bastiani, Michael J.:** Wie embryonale Nervenzellen einander erkennen, in: Spektrum der Wissenschaft 2/1985
- Goodwin, Brian:** Der Leopard, der seine Flecken verliert. Evolution und Komplexität. Piper München/Zürich 1997
- Gould, James L./ - , Carol Grant:** Partnerwahl im Tierreich. Sexualität als Evolutionsfaktor. Spektrum der Wissenschaft 1990
- Gould, Stephen Jay:** Zufall Mensch. Das Wunder des Lebens als Spiel der Natur. Deutscher Taschenbuchverlag, München 1994
- Grassi, Ernesto:** Die Theorie des Schönen in der Antike. Du Mont, Köln 1980
- Gregory, Richard L.:** Auge und Gehirn. Zur Psychophysiologie des Sehens. Kindlers Universitäts-Bibliothek, München 1966
- Griffin, Donald R.:** Bau und Funktion des tierischen Organismus. Bayrischer Landwirtschaftsverlag München/ ... 1966
- Grimm, Reinhold/ Hermand, Jost (Hg.):** Natur und Natürlichkeit. Stationen des Grünen in der deutschen Literatur. Athenäum, Königstein(Taunus) 1981
- Großklaus, Götz/ Oldemeyer, Ernst (Hg.):** Natur als Gegenwelt. Beiträge zur Kulturgeschichte der Natur. Karlsruher kulturwissenschaftliche Arbeiten. Von Loeper, Karlsruhe 1983
- Grzimeks Tierleben.** Enzyklopädie des Tierreichs. Bd.2, Insekten, Kindler, Zürich 1975
- Günther, Elisabeth:** Lehrbuch der Genetik. Gustav Fischer, Stuttgart 1984
- Gunzenhäuser, Rul: Ästhetisches Maß und ästhetische Information. Einführung in die Theorie G.D.Birkhoffs und die Redundanztheorie ästhetischer Prozesse. Schnelle, Quickborn 1962
- : Informationstheorie und Ästhetik in: Frank, Helmar (Hg.): Kybernetik. Brücke zwischen den Wissenschaften. Umschau, Frankfurt(Main) 1970
- Gutmann, Friedrich/ Bonik, Klaus:** Die Dynamik von Selbstorganisation und Destruktion im heutigen Evolutions-Verständnis. Minerva Publikation, München 1980
- Hacking, Ian:** Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften. Reclam, Stuttg.1996
- Haeckel, Ernst:** Kunstformen der Natur. Bibl.Inst., Leipzig 1904
- : Die Natur als Künstlerin. Deutsches Verlagshaus Vita, Berlin 1913

Haken, Hermann: Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken. Ullstein Sachbuch, Frankfurt(Main)/Berlin 1988

- / **Haken-Krell, Maria:** Entstehung von biologischer Information und Ordnung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1989

- / - : Erfolgsgeheimnisse der Wahrnehmung. Synergetik als Schlüssel zum Gehirn. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1992

- / **Olbrich, H.:** Analytical Treatment of Pattern Formation in the Gierer-Meinhardt Model of Morphogenesis in: Journal of Mathematical Biology 6, Springer, Berlin/ ... 1978

- / **Wunderlin, Arne:** Die Selbststrukturierung der Materie. Synergetik in der unbelebten Welt. Vieweg, Braunschweig 1991

Hart Nibbrig, Christiaan L.: Ästhetik. Materialien zu ihrer Geschichte. Ein Lesebuch. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1978

Hartmann, Eduard von: Philosophie des Schönen. Zweiter systematischer Theil der Aesthetik. Wilhelm Friedrich, Leipzig 1887

Hartmann, Nicolai: Ästhetik. Walter de Gruyter, Berlin 1966

Haupt, Jürgen: Natur und Lyrik. Naturbeziehungen im 20. Jahrhundert. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1983

Hauskeller, Michael (Hg.): Was das Schöne sei. Klassische Texte von Platon bis Adorno. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1994

Hassenstein, Bernhard: Biologische Arbeitsbücher 4: Biologische Kybernetik. Eine elementare Einführung. Quelle & Meyer, Heidelberg 1977

- : Was ist "Information"? in: Naturwissenschaft und Medizin, 13/1966

Heidermanns, Curt: Grundzüge der Tierphysiologie. G.Fischer, Stuttgart 1957

Heikertinger, Franz: Das Rätsel der Mimikry und seine Lösung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1954

Heiland, Stefan: Natur-Verständnis. Dimensionen des menschlichen Naturbezugs. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1992

Heisenberg, Werner: Gesammelte Werke. Abt.C, Bd.III: Physik und Erkenntnis 1969 - 1976; Der Teil und das Ganze, Die Bedeutung des Schönen, ... Piper, München/ Zürich

Hejl, Peter M./ Köck, Wolfram K./ Roth, Gerhard (Hg.): Wahrnehmung und Kommunikation. (Artikel u.a. von Gerhard Vollmer, Erich Jantsch, Bernhard Rensch, Gerhard Roth, Thure von Uexküll und Michael Stadler/ Peter Schwab/ Theo Wehner). Peter Lang, Frankfurt(M) 1978

- Henckmann, Wolfhart/ Lotter, Konrad (Hg.):** Lexikon der Ästhetik. C.H.Beck, München 1992
- Herles, Wolfgang:** Der Beziehungswandel zwischen Mensch und Natur im Spiegel der deutschen Literatur seit 1945 in: Stuttgarter Arbeiten zur Germanistik, Akadem. Hans-Dieter Heinz, Stuttgart 1982
- Heß, Dieter:** Genetik. Grundlagen - Erkenntnisse - Entwicklungen der modernen Vererbungsforschung. Herder, Freiburg 1982
- Hesse, Hermann:** Schmetterlinge. Betrachtungen, Erzählungen, Gedichte. Insel-Tb. Ffm 1979
- Hildebrand, Dietrich von:** Gesammelte Werke, V. Ästhetik, 1. Teil. Josef Habel, Regensburg und W.Kohlhammer, Stuttgart 1977
- Höge, Holger:** Emotionale Grundlagen ästhetischen Urteilens. Ein experimenteller Beitrag zur Psychologie der Ästhetik. Peter Lang, Frankfurt(Main), ... 1984
- Hoff, Peter/ Miram, Wolfgang:** Evolution. Materialien f. d. Sek.-st.II. Biologie. Hermann Schroedel, Hannover/ ... 1979
- Hofmann, Klaus-Dieter:** Tutorial. Reihe Mathematik. Einführung in die Informationstheorie. Pädagogischer Verlag Schwann, Düsseldorf 1973
- Hofstätter, Peter R.:** Das Fischer Lexikon. Psychologie. Fischer Taschenbuch, Ffm 1973
- Hochberg, Julian E.:** Wahrnehmung. Reihe: Einführung in die Psychologie. Akademische Verlagsanstalt Wiesbaden. Hans Huber, Bern/ Stuttgart 1975
- Huebner, Kathinka:** Über das Schöne und das Deformierte. Edition H. Mayer, Köln/... 1969
- Hunger, Edgar:** Von Demokrit bis Heisenberg. Quellen und Betrachtungen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnis. F.Vieweg & Sohn, Braunschweig 1964
- Hunziker, Ernst/ Mazzola, Guerino:** Ansichten eines Hirns. Aktuelle Perspektiven der Hirnforschung. Birkhäuser, Basel/ ... 1990
- Hutcheson, F.:** Untersuchung über den Ursprung unserer Ideen von Schönheit und Tugend, 1.Von Schönheit, Ordnung, Übereinstimmung und Absicht, 1762
- Immelmann, Klaus:** Einführung in die Verhaltensforschung. Paul Parey, Berlin/Hamburg 1983
- Jacob, Francois:** Die Logik des Lebenden. Von der Urzeugung zum genetischen Code. S.Fischer, Frankfurt(Main) 1972
- Janich, Peter:** Grenzen der Naturwissenschaft. Erkennen als Handeln. Beck, München 1992

- Janke, Wolfgang:** Das Schöne in: Handbuch philosophischer Grundbegriffe. Studienausgabe, Bd.5. Kösel, München 1974
- Jäger, Michael:** Die Ästhetik als Antwort auf das kopernikanische Weltbild. Die Beziehungen zwischen den Naturwissenschaften und der Ästhetik Alexander Gottlieb Baumgartens und Georg Friedrich Meiers. Georg Olms, Hildesheim/ ... 1984
- : Die Theorie des Schönen in der italienischen Renaissance. DuMont, Köln 1990
- Jetschke, Gottfried:** Mathematik der Selbstorganisation. Vieweg & Sohn. Braunschweig/Wiesbaden 1989
- Juchem, Hans-Georg:** Die Entwicklung des Begriffes des Schönen bei Kant. Bouvier, Bonn 1970
- Jürgens, Uwe/ Ploog, Detlev:** Von der Ethologie zur Psychologie. Die Grundbegriffe der Vergleichenden Verhaltensforschung anhand repräsentativer Beispiele. Kindler, München 1974
- Julesz, Bela:** Textons, the elements of texture perception, and their interactions in: Nature, Vol.290, 12 March 1981
- Kämpfe, Lothar (Hg.):** Evolution und Stammesgeschichte der Organismen. Gustav Fischer, Stuttgart 1985
- Karlson, Peter:** Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. Georg Thieme, Stuttgart/ New York 1988
- Kaltenbach, Thomas/ Küppers, Peter Victor:** Kleinschmetterlinge: beobachten, bestimmen, Neudamm-Neudamm, Melsungen 1987
- Kaplan, Reinhard W.:** Der Ursprung des Lebens. Georg Thieme, Stuttgart 1978
- Kant, Imanuel: Gesammelte Schriften, hgg.v.d.Königl.Preuß.Akad.d.Wissenschaften, Berlin 1902 f.
- Kauffman, Stuart A.:** Leben am Rande des Chaos in: Spektrum der Wissenschaft 10/1991
- Kaulbach, Friedrich:** Ästhetische Erkenntnis bei Kant. Königshausen + Neumann, 1984
- : Einführung in die Metaphysik. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1989
- Keiter, Friedrich:** Über verhaltensbiologische Wurzeln der mimisch-physiognomischen und der ästhetischen Beeindruckbarkeit des Menschen in: Keiter, F.(Hg.): Verhaltensforschung im Rahmen der Wissenschaften vom Menschen. Musterschmidt, Göttingen 1969

- Kingsolver, Joel G.:** Schmetterlinge als technische Konstruktionen in: Spektrum der Wissenschaft 10/1985
- Klivington, Kenneth A.:** Gehirn und Geist. U.a. Artikel über das selbstorganisierende und interpretierende Gehirn. Spektrum.Akademischer Verlag, Heidelberg/ ... 1992
- Klots, Alexander B./ Elsie B.:** Insekten. Knauers Tierreich in Farben. Droemer Knauer, München/ Zürich 1969
- Knußmann, Rainer:** Vergleichende Biologie des Menschen. Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik. Gustav Fischer, Stuttgart/ New York 1980
- Koenig, Otto:** Urmotiv Auge. Neuentdeckte Grundzüge menschlichen Verhaltens. R.Piper, München/ Zürich 1975
- Kondylis, Panajotis:** Die neuzeitliche Metaphysikkritik. Klett-Cotta, Stuttgart 1990
- Koppe, Franz:** Grundbegriffe der Ästhetik. Edition Suhrkamp, Ffm 1988, 11. Kunst und Natur
- Krämling, Gerhard:** Die systembildende Rolle von Ästhetik und Kulturphilosophie bei Kant. Reihe: Praktische Philosophie, Bd.23. Karl Alber, Freiburg/ München 1985
- Kratky, Karl W. und Wallner, Friedrich (Hg.):** Grundprinzipien der Selbstorganisation. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1990
- Krech, David/ Crutchfield, Richard S.:** Grundlagen der Psychologie. Bd.1, 1974. Bd.2: Wahrnehmungspsychologie. 1985. Beltz Verlag, Weinheim/ Basel
- Krohn, Wolfgang/ Küppers, Günter (Hg.):** Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung (u.a. G.Roth: Die Entstehung von Bedeutung im Gehirn; M.Stadler/P.Kruse: Zur Emergenz psychischer Qualitäten. Das psychophysische Problem im Lichte der Selbstorganisationstheorie). Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 984, Frankfurt(Main) 1992
- Krueger, Franz R.:** Physik und Evolution. Physikalische Ansätze zu einer Einheit der Naturwissenschaften auf evolutiver Grundlage. Paul Parey, Berlin/Hamburg 1984
- Kudrna, Otacar/ Mayer, Lothar:** Tagfalter: Leben, Gefährdung, Schutz. Otto Maier, Ravensburg 1991
- Kühn, Alfred:** Grundriss der allgemeinen Zoologie. Georg Thieme, Stuttgart 1961
- Kühn, Herbert:** Die Felsbilder Europas. W.Kohlhammer, Stuttgart 1952
- Küppers, Bernd-Olaf:** Der Ursprung biologischer Information. Piper, München/ Zürich 1986
- (Hg.):** Leben = Physik + Chemie? Das Lebendige aus der Sicht bedeutender Physiker. Piper, Mü.1987

- **(Hg.):** Ordnung aus dem Chaos. Prinzipien der Selbstorganisation und Evolution des Lebens. Hier u.a.: C.v.d.Malsburg: Ist die Evolution blind?; H.Meinhardt: Bildung geordneter Strukturen bei der Entwicklung höherer Organismen; P.H.Richter: Der Goldene Schnitt in der Natur - Harmonische Proportionen und die Evolution; K.Schulten: Ordnung aus Chaos, ...; P.Schuster: Molekulare Evolution und der Ursprung des Lebens. Piper, München/ Zürich 1988
- Kulenkampff, Jens:** Kants Logik des ästhetischen Urteils. Philosophische Abhandlungen, Bd.61. Vittorio Klostermann, Frankfurt(Main)
- Kutschera, Franz von:** Ästhetik. Walter de Gruyter, Berlin/ New York 1989
- Kutschmann, Werner:** Der Naturwissenschaftler und sein Körper. Die Rolle der "inneren Natur" in der experimentellen Naturwissenschaft der frühen Neuzeit. Suhrkamp, Ffm 1986
- Landmann, Edith:** Die Lehre vom Schönen. Amandus 1952
- Lange, Erich:** Die Farben der Tiere. Urania-Verlag, Leipzig/ ... 1980
- Leakey, Richard/ Lewin, Roger:** Der Ursprung des Menschen. Auf der Suche nach den Spuren des Humanen. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt(Main) 1998
- Leben im Bernstein.** Museum für Naturkunde Freiburg 1982/83. Geologisch-Paläont.Inst.d.Univ.Hamburg
- Line, Les/ Milne, Lorus/ - , Margery:** Die Wunderwelt der Insekten. Ringier, Zürich 1985
- Linsenmaier, Walter:** Knauers Großes Insektenbuch. Droemersch Verlagsanstalt Th.Knauer Nf., München/ Zürich 1972
- Löw, Reinhard:** Philosophie des Lebendigen. Der Begriff des Organischen bei Kant, ... Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1980
- : Über das Schöne. Warum das Schöne schön ist. Weitbrecht, o.A.
- Lohmann, Michael (Hg.):** Wohin führt die Biologie? Ein interdisziplinäres Kolloquium. Hier: Beiträge von N.Bischof und H.Sachsse. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1977
- Lorenz, Konrad:** Darwin hat recht gesehen in: Opuscula 20. Aus Wissenschaft und Dichtung. Günther Neske, Pfullingen 1965
- : Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Evolution. Hier: Über die Plakatfarben der Korallenfische in: "Prolog im Meer"). Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1983
- : Der Abbau des Menschlichen. R.Piper, München/ Zürich 1986
- : Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung in: Zeitschrift für Tierpsychologie, Bd.5, H.2/1942

- : Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1981
- : Die stammesgeschichtlichen Grundlagen menschlichen Verhaltens (1974) in: Das Wirkungsgfüge der Natur und das Schicksal des Menschen. R.Piper, München 1987
- : Gestaltwahrnehmung als Quelle wissenschaftlicher Erkenntnis (1959) in: Vom Weltbild des Verhaltensforschers. Aus: Über tierisches und menschliches Verhalten. Deutscher Taschenbuchverlag, München 1973
- : Über tierisches und menschliches Verhalten. Aus dem Werdegang der Verhaltenslehre. Ges.Abh. Bd.II. R.Piper, München
- Lotz, Johannes B.:** Ästhetik aus der ontologischen Differenz. Münchener philosophische Studien, Bd.16. Johannes Berchmans, München 1984
- Lukács, Georg:** Ästhetik. In vier Teilen. Vierter Teil. Hermann Luchterhand, Neuwied/Darmstadt 1972
- Lumsden, Charles J./ Wilson, Edward O.:** Das Feuer des Prometheus. Wie das menschliche Denken entstand. Piper, München/ Zürich 1984
- Lurija, Alexander R.:** Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 1992
- Lust an der Natur.** Ein Lesebuch aus Literatur und Wissenschaft. Hrg. von Renate Böhme und Katrin Meschkowski. R.Piper, München 1986
- Mahowald, Misha A./ Mead, Carver:** Die Silizium-Netzhaut in: Spektrum der Wiss. 7/1991
- Marc-Wogau, Konrad:** Das Schöne in: Kulenkampff, Jens (Hg.): Materialien zu Kants "Kritik der Urteilskraft", suhrkamp tb wissenschaft, 1974
- Marfeld, A.F.:** Kybernetik des Gehirns.
- Marquand, Ed:** Butterfly. Chronicle Books, San Francisco 1990
- Maser, Siegfried:** Numerische Ästhetik. Neue mathematische Verfahren zur quantitativen Beschreibung und Bewertung ästhetischer Zustände. Karl Krämer, Stuttgart/ Bern 1970
- Masland, Richard H.:** Die funktionelle Architektur der Netzhaut in: Spektrum der Wissenschaft 2/1987
- Maturana, Humberto R./ Varela, Francisco J.:** Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. Goldmann/Bertelsmann, 1992
- Mayr, Ernst:** Evolution und die Vielfalt des Lebens. Springer-Verlag Berlin, ... 1979
- : ... und Darwin hat doch recht. R.Piper, München 1994

McMahon, Thomas A./ Bonner, John Tyler: Form und Leben. Konstruktionen vom Reißbrett der Natur. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg 1985

Meinhardt, Hans: Eine Theorie der Steuerung der räumlichen Zelldifferenzierung in: Biologie in unserer Zeit, 2/1979. Verlag Chemie, Weinheim

Meier, Heinrich/ Ploog, Detlev (Hg.): Der Mensch und sein Gehirn (Beiträge u.a. von G.M.Edelman/G.Tononi, M.Heisenberg, R.E.Leakey, E.Pöppel, W.Singer). Piper, München 1998

Merchant, Carolyn: Der Tod der Natur. Ökologie, Frauen und neuzeitliche Naturwissenschaft. C.H.Beck, München 1994

Meyer, Heinz: Das ästhetische Urteil. Georg Olms, Hildesheim, ... 1990

Milne, Lorus J./ -, Margery: Die Sinneswelt der Tiere und Menschen. P.Parey, Hamburg/ Berlin 1963

- / - : Was sieht ein Tier? in: Tiere und ihr Verhalten. Bild der Wissenschaft 5/68. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1971

Mishkin, Mortimer/ Appenzeller, Timothy: Die Anatomie des Gedächtnisses in: Spektrum der Wissenschaft 8/1987

Moleküle des Lebens, Die: Spektrum der Wissenschaft. Verständl. Forschung. Heidelb.1986

Moles; Abraham. A.: Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung. DuMont Schauberg, Köln 1971

Montaigne, M.de: Essais III,12 (zit.n.Tatarkiewicz)

Morris, Charles W.: Ästhetik und Zeichentheorie in: Henckmann, Wolfhart (Hg.): Ästhetik. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1979

- : Zeichen Wert Ästhetik. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1975

Morris, Desmond: Der Mensch, mit dem wir leben. Ein Handbuch unseres Verhaltens (Engl.Tit.: "Manwatching"). Droemersch Verlagbuchhandlung Th.Knauer, München 1978

Müller, Werner A.: Positionsinformation und Musterbildung in: Biologie in unserer Zeit 5/1979, Verlag Chemie, Weinheim

Murch, Gerald M./ Woodworth, Gail L.: Wahrnehmung. W.Kohlhammer, Stuttgart/ ... 1978

Murphy, Michael P./ O Neill, Luke A.J. (Hg.): Was ist Leben? Die Zukunft der Biologie. Eine alte Frage in neuem Licht - 50 Jahre nach Erwin Schrödinger. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, ... 1997

Murray, James D.: Wie der Leopard zu seinen Flecken kommt in: Spektrum der Wissenschaft 5/1988

Nachtigall, Werner: Einführung in biologisches Denken und Arbeiten. Quelle & Meyer, Heidelb.1975

- : Gläserne Schwingen. Aus einer Werkstatt biophysikalischer Forschung. Heinz Moos, München 1968

- / **Kage, Manfred P.:** Faszination des Lebendigen. Herder, Freiburg/ ... 1980

- / **Nagel, Rolf:** Im Reich der Tausendstel-Sekunde. Faszination des Insektenflugs. Gerstenberg, Hildesheim 1988

Natur. Kleine Enzyklopädie. Verlag H.Deutsch, Thun/Frankfurt(Main) 1987

Natur-Denkstücke. Über den Menschen, das unangepasste Tier. Deutscher Taschenbuch V., München 1985

Nauta, Walle J.H./ Feirtag, Michael: Neuroanatomie. Spektrum d.Wissensch., Heidelberg 1986

Nassau, Kurt: Wie entstehen Farben? in: Spektrum der Wissenschaft 12/1980

Neel, Ann F.: Handbuch der psychologischen Theorien. Fischer Taschenbuch Verlag, 1983

Niemitz, Carsten: System der rezenten Tupaiden und Primaten. Vorlesungsscript FU Berlin SS 1995

Nijhout, H.Frederik: Geheimnisvolle Schmetterlingsmuster in: Spektrum der Wissenschaft 1/1982

Nohl, Herman: Die ästhetische Wirklichkeit. Eine Einführung. G.Schulte-Bulmke, Frankfurt(M) 1961

Ostwald, Wilhelm: Die Farbenfibel. Unesma, Leipzig 1926

- : Farbnormen und Farbharmonien. F.R.Blau, Berlin/ Camburg(Saale) 1949

Otto, Marcus: Ästhetische Wertschätzung. Bausteine zu einer Theorie des Ästhetischen. Akademie Verlag (VCH), Berlin 1993

Palm, Günther: Assoziatives Gedächtnis und Gehirntheorie in: Spektrum der Wissenschaft 6/1988

Parenti, Umberto: Les papillons, une ferie multicolore. Nature et vie. Comptoire du livre, Paris

Pasternack, Gerhard (Hg.): Philosophie und Wissenschaften: Das Problem des Apriorismus (Artikel u.a. von Ernst von Glasersfeld, Jürgen Mittelstraß, Gerhard Vollmer

und Uwe an der Heiden/Gerhard Roth/ Michael Stadler), Verlag Peter Lang, Frankfurt(M) 1987

- : Erklären, Verstehen, Begründen (Eine Ringvorlesung u.a. mit Beiträgen von U. an der Heiden, H.-J.Sandkühler und H.Schwegler), Universität Bremen. Zentrum philosophische Grundlagen der Wissenschaften, Schriftenreihe Bd.1, 1985

- : Tatsache, Bedeutung, Konstruktion (Eine Ringvorlesung u.a. mit Beiträgen von R.-P.Horstmann, A.Zimmer und M.Stadler/P.Kruse). Universität Bremen. Zentrum Philosophische Grundlagen der Wissenschaften, Schriftenreihe Bd.7, 1989

Peirce, Charles S.: Naturordnung und Zeichen-Prozess. Suhrkamp Tb. Wissenschaft, Frankfurt(M) 1991

- : Phänomen und Logik der Zeichen. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1983

Penzlin, Heinz: "Leben" - was heißt das? in: Biologen in unserer Zeit, 6/1994. Informationen des Verbandes deutscher Biologen, Nr.415

Perpeet, Wilhelm: Ästhetik im Mittelalter. Karl Alber, Freiburg/ München 1977

- : Antike Ästhetik. Karl Alber, Freiburg/ München 1988

Pfeiffer, Günter: Kunst und Kommunikation. Grundlegung einer kybernetischen Ästhetik. DuMont Schauberg, Köln 1972

Piechocki, Reinhard: Die Zähmung des Zufalls. Stabilität und Variabilität des Erbgutes. Aulis, Deubner, Köln 1987

Plessner, H.: Anthropologie der Sinne aus: Plessner, H.: Philosophische Anthropologie. S.Fischer, Frankfurt(Main) 1970

Plotins Schriften. Übersetzt von Richard Harder. Bd.3, Felix Meiner, Hamburg 1964

Pöppel, Ernst/ Edingshaus, Anna-Lydia: Geheimnisvoller Kosmos Gehirn. C.Bertelsmann, München 1994

Poggio, Tomaso/ Koch, Christof: Wie Synapsen Bewegung verrechnen in: Spektrum d. Wissenschaft 7/1987

Portmann, Adolf: An den Grenzen des Wissens. Vom Beitrag der Biologie zu einem neuen Weltbild. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt(Main) 1976

- : Biologie und Geist. Herder-Bücherei, Bd.137, Freiburg/ ... 1963

- : Das Tier als soziales Wesen. Rhein-Verlag, Zürich 1953

- : Die Tiergestalt. Studien über die Bedeutung der tierischen Erscheinung. Friedrich Reinhardt, Basel 1960

- : Entläßt die Natur den Menschen? (hier: Tiergestalt). R.Piper, München 1970

- : Neue Wege der Biologie. Deutsche Buchgemeinschaft, Berlin/ ... 1962

- : Tarnung im Tierreich. Verständliche Wissenschaft Bd.61. Springer, Berlin/ ... 1956
- Prattico, Franco:** Leben, eine unerhörte Begebenheit. Vom Chaos zum Bewußtsein. J.B.Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1991
- Prigogine, Ilya/ Stengers, Isabelle:** Dialog mit der Natur. Serie Piper, München 1986
- Psychobiologie.** Grundlagen des Verhaltens. Hgg. von Klaus Immelmann/ Gustav Fischer. Psychologische Verlagsunion 1988
- Rahmann, Hinrich:** Die Entstehung des Lebendigen. Vom Urknall zur Zelle. Gustav Fischer, Stuttgart/New York 1980
- : Sehschärfe in: Bild der Wissenschaft 7/1969. Tiere und ihr Verhalten. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1971
- Reichholf, Josef H.:** Der schöpferische Impuls. Eine neue Sicht der Evolution. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1992
- Renner, Maximilian:** Signale in der Tierwelt. Moos-Verlag
- Rensch, Bernhard:** Biophilosophie auf erkenntnistheoretischer Grundlage. G.Fischer, Stuttgart 1968
- : Das universale Weltbild. Evolution und Naturphilosophie. Fischer Taschenbuch Verlag 1977
- : Gesetzlichkeit, psycho-physischer Zusammenhang, Willensfreiheit und Ethik. Duncker & Humblot, Berlin 1979
- : Neuere Probleme der Abstammungslehre. Die transspezifische Evolution. F.Enke, Stuttgart 1972
- : Psychologische Grundlagen der Wertung bildender Kunst. Die blaue Eule, Essen 1984
- : Über ästhetische Faktoren im Erleben höherer Tiere in: Ditfurth, Hoimar von (Hg.): Evolution II. Ein Querschnitt der Forschung. Hoffmann und Campe, Hamburg 1978
- Rensing, Ludger/ Deutsch, Andreas:** Ordnungsprinzipien periodischer Strukturen in: Sitte, Peter (Hg.): Horizonte der Biologie. VCH, Weinheim, ... 1993
- Rentschler, Ingo/ Herzberger, Barbara/ Epstein, David (Hg.):** Beauty and the Brain. Biological Aspects of Aesthetics. Birkhäuser Basel/ ... 1988
- Rexilius, Günter/ Grubitzsch, Siegfried (Hg.):** Psychologie. Theorien - Methoden - Arbeitsfelder. Ein Grundkurs. Rowohlts Enzyklopädie, Reinbek bei Hamburg 1986
- Richards, Frederic M.:** Die Faltung von Proteinmolekülen in: Spektrum der Wissenschaft 3/1991
- Riedl, Rupert:** Biologie der Erkenntnis. Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1988

- : Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. R.Piper, München 1999
- : Die Strategie der Genesis. Naturgeschichte der realen Welt. R.Piper, München 1984
- Riegas, Volker/ Vetter, Christian (Hg.):** Zur Biologie der Kognition. Ein Gespräch mit Humberto R.Maturana und Beiträge zur Diskussion seines Werkes. Suhrkamp, Frankfurt(M) 1990
- Rock, Irvin:** Wahrnehmung. Vom visuellen Reiz zum Sehen und Erkennen. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg 1985
- / **Palmer, Stephen:** Das Vermächtnis der Gestaltpsychologie in: Spektrum der Wissenschaft 2/1991
- Rötzer, Florian (Hg.):** Vom Chaos zur Endophysik. Wissenschaftler im Gespräch. Hier auch: Fragestellungen zum Thema Ästhetik. Klaus Boer Verlag, 1994
- Roth, Gerhard:** Die Entwicklung kognitiver Selbstreferentialität im menschlichen Gehirn in: Theorie als Passion, hgg.von Dirk Baecker/ ... Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1987
- : Entstehung von Wahrnehmung und Bewußtsein im Gehirn in: Biologen in uns. Zeit, 3/1994
- Routtenberg, Aryeh:** Das Belohnungssystem des Gehirns in: Spektrum der Wissenschaft 1/1979
- Rump, Gerhard Charles:** Kunstpsychologie, Kunst und Psychoanalyse, Kunstwissenschaft. Georg Olms, Hildesheim/ New York 1981
- Schadä J.P.:** Einführung in die Neurologie. Gustav Fischer, Stuttgart/New York 1984
- Schaefer; Gerhard:** Kybernetik und Biologie. J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1972
- Scheikov, Nikolai:** Leben und Symmetrie. Urania-Verlag, Leipzig/ ... 1982
- Schilling, Kurt:** Die Kunst. Bedeutung, Entwicklung, Wesen, Gattungen. Anton Hain, Meisenheim(Glan) 1961
- Schischkoff, Georgi (Hg.):** Philosophisches Wörterbuch. A.Kröner Verlag, Stuttgart 1991
- Schmidt, Siegfried J.:** Ästhetische Prozesse. Beiträge zu einer Theorie der nichtmimetischen Kunst und Literatur. Kiepenheuer & Witsch, 1971
- **(Hg.):** Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, Ffm 1987
- **(Hg.):** Gedächtnis (hier: Beitr. z. Thema "Bedeutungszuweisung"). Suhrkamp, Frankfurt(M) 1991

- **(Hg.):** "schön". Zur Diskussion eines umstrittenen Begriffs. Hier: u.a. Beiträge von P.Hartmann, H.Hörmann, E.Oldemeyer und S.J. Schmidt). Wilhelm Fink, München 1976
- Schnack, Friedrich:** Das Leben der Schmetterlinge. Jacob Hegner, Hellaau, Köln 1928
- Schnapf, Julie L./ Baylor, Denis A.:** Die Reaktionen von Photorezeptoren auf Licht in: Spektrum der Wissenschaft 6/1987
- Schober, Herbert/ Rentschler, Ingo:** Das Bild als Schein der Wirklichkeit. Optische Täuschungen in Wissenschaft und Kunst. Moos Verlag, München 1979
- Schmitz, Siegfried:** Charles Darwin. Leben, Werk, Wirkung. Hermes Handlexikon. Econ Taschenbuch Verlag, Düsseldorf 1983
- Schramm, Matthias:** Natur ohne Sinn? Das Ende des teleologischen Weltbildes. Styria, Graz, ... 1985
- Schrödinger, Erwin:** Was ist Leben?. R.Piper, München 1987
- Schuster, Martin:** Das ästhetische Motiv. Eine Einführung in die Psychologie der bildenden Kunst. Fachbuchhandlung für Psychologie, Frankfurt(Main) 1985
- / **Beisl, Horst:** Kunst-Psychologie. "Wodurch Kunstwerke wirken". Du Mont, Köln 1978
- Schwoerbel, Wolfgang:** Evolution. Strategie des Lebens. Reihe Dynam.Biologie. Ravensburger,
- Sedlag, Ulrich:** Wunderbare Welt der Insekten. Gondrom, Bayreuth 1984
- Seel, Martin:** Eine Ästhetik der Natur. Suhrkamp, Frankfurt(Main) 1991
- Sinne und Wahrnehmung.** Geo Wissen, Sept.1997, Gruner+Jahr, Hamburg
- Sitte, Peter:** Ästhetik als Grundwert der Bildung in: "Nicht Vielwissen sättigt die Seele". Wissen, Erkennen, Bildung, Ausbildung heute. Drittes Symposium der Universität Würzburg. Ernst Klett, 1988
- : Symmetrien bei Organismen in: Biologie in unserer Zeit, 6/1984. Chemie GmbH, Weinheim 1984
- Smart; Paul:** Kosmos-Enzyklopädie der Schmetterlinge. Die Tagfalter der Erde ... Franckh, Stuttg.1977
- Smith, John Maynard:** Biologie. Probleme - Themen - Fragen. Birkhäuser Verlag, Basel 1992
- : Die Evolution des Verhaltens in: Spektrum der Wissenschaft ...
- : Evolution. Prozesse, Mechanismen, Modelle. Spektrum Akad.Verl., Heidelberg, ... 1996
- Sollbach, Werner:** Einführung in die Farbigkeit organischer Verbindungen am Beispiel von Polyenalen. Arbeitspapier zum Kurs Ch-3. Pädagogisches Zentrum, Berlin 1983

Sossinka, Roland: Ethologie. Studienb.Biologie. Diesterweg/Salle/Sauerländer, Frankfurt(M) 1981

Spandl, Oskar P.: Instinkte. Angeborene Verhaltensweisen b.Mensch und Tier. Goldmann, München 1972

Sprinkart, Karl-Peter: Kognitive Ästhetik. Entwurf einer kognitionstheoretischen Kunstpsychologie. Mäander Kunstverlag, Mittenwald 1982

Stanley, Steven M.: Der neue Fahrplan der Evolution. Harnack, 1983

Stebbins, G. Ledyard: Evolutionsprozesse. Reihe Grundbegriffe der modernen Biologie Bd.2. Gustav Fischer, Stuttgart/ New York 1980

Steinbach, Gunter/ Zepf, Werner: Zauberwelt der Schmetterlinge. Stürtz, Würzburg 1988

Steller, Erwin: Computer und Kunst. Programmierte Gestaltung: Wurzeln und Tendenzen neuer Ästhetiken. Wissenschaftsverlag Mannheim/ ... 1992

Steward, Ian/ Golubitzky, Martin: Denkt Gott symmetrisch? Das Ebenmaß in Mathematik und Natur. Birkhäuser, Basel 1993

Störig, Hans Joachim: Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Droemersch Verlagsanstalt Th.Knaur Nachf., München/ Zürich 1950

Stolowitsch, Leonid: Philosophie des Schönen. Dietz Verlag, Berlin 1981

Stonier, Tom: Information und die innere Struktur des Universums. Springer, Berlin 1991

Strasser, Peter: Philosophie der Wirklichkeitssuche. Edition Suhrkamp, Frankfurt(M) 1989

Stryer, Lubert: Biochemie. Friedr.Vieweg & Sohn, Braunschweig/ Wiesbaden 1979

Tatarkiewicz, Wladyslaw: Geschichte der Ästhetik. 3.Bd. Die Ästhetik der Neuzeit. Schwabe & Co., Basel/ Stuttgart 1987

Tembrock, Günter: Spezielle Verhaltensbiologie der Tiere Bd.I: Funktionskreise, Wirbellose. Gustav Fischer., Stuttgart 1982

Tetens, Holm: Geist, Gehirn, Maschine. Philosophische Versuche über ihren Zusammenhang. Philipp Reclam jun., Stuttgart 1994

Tinbergen, Niko: Instinktlehre. Parey, Berlin/ Hamburg 1952

- : Tiere untereinander. Paul Parey Berlin/ Hamburg 1955

- / Redaktion der Time-Life-Bücher: Tiere und ihr Verhalten. Time-Life Intern. N.V. 1969

Thompson, D Arcy Wentworth: Über Wachstum und Form. Suhrkamp Tb Wissenschaft, Ffm 1983

Todt, Dietmar: Zur Evolution von Kommunikation in: Laskowski, Wolfgang (Hg.): Evolution. Vortagsreihe der Gesellschaft Naturforschende Freunde zu Berlin, 1983/84. Taschenbuch Wissenschaftsreihe. Duncker & Humblot, Berlin 1986

Treisman, Anne: Merkmale und Gegenstände in der visuellen Verarbeitung in: Spektrum der Wiss. 1/1987

Urania Tierreich in 18 Bänden. Insekten Bd.3. Rowohlt Taschenbuch-Verlag, Reinbek b.Hamburg 1974

Vane-Wright, Richard I./ Ackery, Philip R. (Hg.): The Biology of Butterflies. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1989

Vehrs, Wolfgang: Eine experimentelle Untersuchung über Bedingungen ästhetischer Befriedigung. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg 1977

Vernon, M.D.: Wahrnehmung und Erfahrung. Kiepenheuer & Witsch, Köln 1974

Volckmann, Silvia: Zeit der Kirschen? Das Naturbild in der deutschen Gegenwartsliryk: Forum Academicum, Königstein(Taunus), Meisenheim 1982

Vollmer, Gerhard: Evolutionäre Erkenntnistheorie. S.Hirzel, Stuttgart 1981

- : Was können wir wissen? Band 1: Die Natur der Erkenntnis. Beiträge zur Evolutionären Erkenntnistheorie, 1985. Band 2: Erkenntnis der Natur. Beiträge zur modernen Naturphilosophie, 1986. S.Hirzel, Stuttgart

Wahlert, Gerd und Heidi von: Was Darwin noch nicht wissen konnte. dtv, Stuttg. 1977

Wahrheitstheorien. Hrg.von G.Skirbekk. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, Frankfurt(M) 1977

Wahrnehmung und visuelles System. Spektrum der Wissenschaft. Verst.Forsch., Heidelberg 1986

Walther, Elisabeth: Allgemeine Zeichenlehre. Einführung in die Grundlagen der Semiotik. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1974

Watzlawick, Paul: Die erfundene Wirklichkeit. Beiträge zum Konstruktivismus. R.Piper, München 1981

Weber, Hermann: Grundriss der Insektenkunde. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1966

Wechsler, Judith (Hg.): On Aesthetics in Science. Birkhäuser, Boston/ Basel 1988

Weismann, Eberhard: Partnersuche und Ehen im Tierreich. Hier: Experimente von Dietrich Magnus. Otto Maier, Ravensburg 1975

Weingarten, Michael: Organismen - Objekte oder Subjekte der Evolution? Philosophische Studien zum Paradigmenwechsel in d. Evolutionsbiologie. Wissenschaftliche Buchgesellsch., Darmstadt 1993

- Weizsäcker, Carl Friedrich von:** Die Einheit der Natur. Carl Hanser, München 1972
- : Die Geschichte der Natur. Zwölf Vorlesungen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1958
- Welsch, Wolfgang:** Ästhetisches Denken. Philipp Reclam jun., Stuttgart 1991
- Wesson, Robert:** Chaos, Zufall und Auslese in der Natur. Insel, Frankfurt(M)/ Leipzig 1995
- Wickler, Wolfgang:** Das Problem der stammesgeschichtlichen Sackgassen in: Ditfurth, Hoimar (Hg.): Evolution II. Ein Querschnitt der Forschung. Hoffmann und Campe, Hamburg 1978
- : Mimikry. Nachahmung und Täuschung in der Natur. Fischer Taschenbuch, Frankfurt(M) 1973
- : Verhalten und Umwelt. Hoffmann und Campe, Hamburg 1972
- / **Seibt Uta:** Das Prinzip Eigennutz. Ursachen und Konsequenzen sozialen Verhaltens. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1981
- Wilhelm, Friedrich (Hg.):** Der Gang der Evolution. Verlag C.H.Beck, München 1987
- Wittke, Georg:** Farbstoffchemie. Studienbücher Chemie. Naturwissenschaft im Unterricht 11/86. Diesterweg/ Salle/ Sauerländer, Frankfurt(Main)/ Berlin; Aarau/...
- Wolpert, Lewis:** Musterbildung in der biologischen Entwicklung in: Spektrum der Wissenschaft 12/1978
- Wotton, Robin J.:** Das Design von Insektenflügeln in: Spektrum der Wissenschaft, 1/1991
- Wuketits, Franz M.:** Charles Darwin. Der stille Revolutionär. R.Piper, München 1987
- : Evolutionstheorien. Historische Voraussetzungen, Positionen, Kritik. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1988
- : Die Bedeutung des Systemdenkens in der Biologie in: Biologie in unserer Zeit, 3/1979, Verlag Chemie, Weinheim
- : Wissenschaftstheoretische Probleme der modernen Biologie. Erfahrung und Denken, Bd.54. Duncker & Humblot, Berlin 1978
- : Zustand und Bewußtsein. Leben als biophilosophische Synthese. Hoffmann und Campe, Hamburg 1985
- Wunderlich, Klaus/ Gloede, Wolfgang:** Natur als Konstrukteur. Edition, Leipzig 1977
- Yellot, John I. jun.:** Illusionen beim räumlichen Sehen in: Spektrum der Wissenschaft 9/1981
- Young, David:** Die Entdeckung der Evolution. Birkhäuser, Basel/ ... 1994

Zabka, Helge: Tarnung und Täuschung bei Pflanzen und Tieren. Landbuch-Verlag, Hannover 1990

Zdárek, Jan: Verständigung zwischen Tieren. Werner Dausien, Hanau 1988

Zee, A.: Magische Symmetrie. Die Ästhetik in der modernen Physik.

Zimmer, Dieter E.: Die Vernunft der Gefühle. Ursprung, Natur und Sinn der menschlichen Emotion. R.Piper & Co., München 1981

Zissler, Dieter: Baupläne der Tiere. Herder, studio visuell, Freiburg/ ... 1980