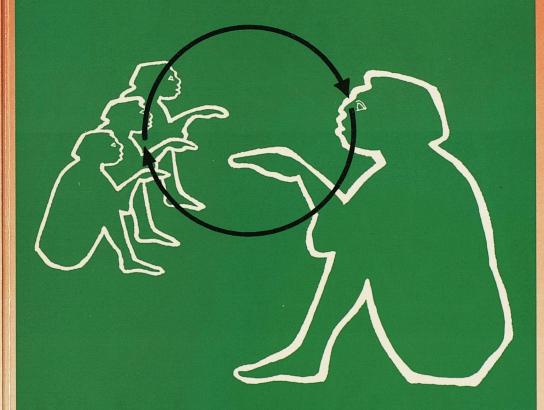
Wahrheit und Wahrscheinlichkeit

Biologische Grundlagen des Für-Wahr-Nehmens

Rupert Riedl



Paul Parey

RICVE

Rupert Riedl • Wahrheit und Wahrscheinlichkeit

Wahrheit und Wahrscheinlichkeit

Biologische Grundlagen des Für-Wahr-Nehmens

Professor Dr. Rupert Riedl

Zoologisches Institut der Universität Wien

1992 · Mit 56 Abbildungen



Verlag Paul Parey · Berlin und Hamburg

Anschrift des Verfassers:

Professor Dr. Rupert Riedl Zoologisches Institut der Universität Wien Althanstraße 14 A-1090 Wien

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Riedl, Rupert:

Wahrheit und Wahrscheinlichkeit: biologische Grundlagen des Für-Wahr-Nehmens/Rupert Riedl. Berlin; Hamburg: Parey, 1992
(Biologie und Evolution interdisziplinär)
ISBN 3-489-53934-6

Einband:

Sigrid Samieske, D-1000 Berlin 41, unter Verwendung einer Zeichnung des Verfassers

© 1992 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg Anschriften:

Seelbuschring 9–17, D-1000 Berlin 42; Spitalerstraße 12, D-2000 Hamburg 1

ISBN 3-489-53934-6 · Printed in Germany

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Satz:

PLS-PareyLaserSatz, D-1000 Berlin 42 Schrift:

Korpus Times

(Satzsystem Apple IIfx/Macintosh)

Lithographie:

Carl Schütte & C. Behling

D-1000 Berlin 42

Druck:

WB-Druck Buchproduktion

D-8959 Rieden Bindung: Bruno Helm

D-1000 Berlin 30

Vorwort

Dieser Band soll die systematische Darstellung abschließen, die ich den biologischen Grundlagen unserer kenntnisgewinnenden Prozesse im Rahmen der EE, der Evolutionären Erkenntnislehre, geben wollte.

In einer Übersicht in »Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft« (»Biologie der Erkenntnis« 1979) gliederte ich die angeborenen, kenntnisfördernden Anschauungsformen in vier Hypothesen. Die Folgebände hatten sie im einzelnen zu begründen und ihre Konsequenzen darzustellen. Und wie man sich gewöhnlich vom Ende der Probleme in deren Zentrum vorwagt, begann ich mit der letzten und füge hier die Ausarbeitung der ersten dieser Hypothesen an. Die 'Hypothese vom anscheinend Wahren' und die 'vom Ver-Gleichbaren', gefolgt von den Hypothesen 'von den Ur-Sachen' und 'von den Zwecken' sind nun aufbereitet in: »Biologische

Grundlagen des Für-Wahr-Nehmens« (»Wahrheit und Wahrscheinlichkeit«), gefolgt von jenen 'des Erkennens und Begreifens' (»Begriff und Welt« 1987) und 'des Erklärens und Verstehens' (»Die Spaltung des Weltbildes« 1985).

Somit soll ein Gesamt-Zusammenhang geschildert sein, der sich stammesgeschichtlich wie entwicklungspsychologisch reiht und bedingt; der aber auch vom Grundsätzlichen und scheinbar Fernen zum Kontroversiellsten und scheinbar Unüberwindlichen leitet, in der Debatte um die Kultur. Doch, ob scheinbar fern oder nah, auch hier, wie man erkennen wird, reihen sich die Eigentümlichkeiten nicht nur, nicht minder bedingen sie einander.

Und aus dem im Wesen adaptionistischen Ansatz werden nun die konstruktivistischen Komponenten der EE sichtbarer, die unsere Kultur wie ein Schicksal geleitet haben.

Mein Dank gilt, wie in all diesen Bänden, wieder Konrad Lorenz, wiewohl er heute nicht mehr unter uns weilt, dem Altenberger Kreis, aus dem inzwischen das 'Konrad-Lorenz-Institut für Evolutions- und Kognitionsforschung' (in Altenberg) wurde. Er gilt wieder meiner lieben Frau, Smoky, die nochmals die Zeichnungen fertigte, sowie vielen meiner Freunde und Mitarbeiter, von welchen Dr. Ludwig Huber auch die Computergraphiken fertigte, Frau Mag. Elfriede-Maria Bonet, Mag. Manuela Delops und Frau Dr. Ines Sichrovsky, die die Texte betreuten.

Mein Dank gilt aber auch den Herren Doktoren Friedrich und Rudolf Georgi, deren Verlag nun schon durch dreißig Jahre neun meiner Bücher betreut; die mich, wie ein Lebensweg des Forschens und Denkens, von einer Systematik der Organismen über die der Ökologie und der 'Systembedingungen der Evolution' bis zur Systematik einer Evolutions-Biologie unserer Erkenntnisprozesse führten.

Wien, im Frühjahr 1992

RUPERT RIEDL

Dieser Band soll die systematische Darstellung abschließen, die ich den biologischen Grundlagen unserer kennunisgewinnenden Prozesse im Rahmen der EE, der Evolutioniten Erkenntnislehre, geben wellte.

In einer Übersicht in »Die stamme geschichtlichen Grundlagen der Vernunft» (»Biologie der Erkenntnis» 1979) gliederte ich die angeborenen, kenntnisfördernden Auschauupgsformen in vier Hypothesen, DioFolgebünde hatten sie im einzelnen zu begründen und ihre Kansequenzen derzustellen. Und wie man sieh gewöhnlich vom Ende der Problemein deren Zentrum vorwagt.

the Myochese was not have at the Walner, and die 'nom Ver-Gleichbüren', gefongt von den voodbesen von der tit suchen and von den Zwecken' sind mm auf osteiler in: shipliopieche rungflagen den har swalle-Assachen (-Wahrheit und Welte 1987) und 'der Erführen; und und Jest Scheinere seid engestent (stiegnist und Welte 1987) und 'der Erführen; und

sonnt son ein Lesant zusanntschung geschilden sein, der sich stammesgeschichtlich wie neurekjungsgerzeitungsgerzeitung beringt: der aber auch vom Grundsätzlichen und schejning Lemen zum Schutzuschlichen und scheinbar (Inüberwiedlichen leitet, in der Schalte um die Kulter. Dech on scheinbar fein oderricht auch hieri, wiebshiedlichen wird.

Und dus dem de Wesen establishen Ansatz werden nun die konstruktionischen Componium Schriebender Andrewstein und die konstruktionischen Schriebender Schriebender Schriebender Schriebender Schriebender Schriebender Schriebender und der Schriebender sie dem inzwischen Schriebender Institut zur Erotatunge und Konstitutionstruktionschung (in Altenburge-munischen seinburge-munischen seinburge-munischen Schriebender und Erotatung und Konstitutionschung und Altenburge-munischen seinburge-munischen seinburge-

neiner lieben Frau, Society, die optimalis die Zeichnungen fertigte, gewin vielen menber reunde und Mitarbeiter, von welchen Dr. Lapwin Hunen auch die Compinergraphiken ertigte, Frau Mag, Eutenape-Mania Boger, Mag, Manuera Delors und Frau Dr. Steincovsky, die die Teaus betweenen,

ichen durch deißig fahre neun meiner Bücher beureut die mich wierein Soesewieg des Forscheits und Denkens, von einer Systematik der Organismen über die der Ökologi**ermätik**r Systembedingungen der Fernluber his zier Systematik einer Evolutions-Biologie anserer

Extremnuls process rundon

Wica, im Prilipite 1992 Co coccel 0001-C

Washington Davigeochline

Bashag

D Hermania 10

Annahyline should return \$5-17, D-1000 Borde 42;

12100 Selici State 4 di Prisade la Commune

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	
Einführung	11
Teil 1	
Über das Problem und den Ansatz zur Lösung	13
Aus der Kulturgeschichte des Dilemmas	14
Sprechen wir über ein Gebrechen der Menschheit?	14
Wahrscheinlichkeit und Wahrheit als Problem	15
Wie gewiß ist welche Wahrscheinlichkeit?	16
Wie wahr wäre welche Wahrheit?	17
Auf welcher Wahrheit gründen unsere logischen Systeme?	18
Über den Wahrheitsgehalt der Logik	19
Ist unsere Mathematik entdeckt oder erfunden?	20
Die Evolution des Für-Wahr-Haltens	22
Über Erhaltungsbedingungen, Binnen- und Außensysteme	23
Milieu, Korrespondenz und Adaptierung	25
Über Einseitigkeit der Wirkung	26
Über den Zufall	27
Über Adaptierung	28
Organisation, Kohärenz und Selbstreferenz	30
Über Wechselseitigkeit	31
Über das Schicksal der Zusammenhänge	32
Über Selbstreferenz	35
Die Kohärenz der Korrespondenzen	37
Über die Abstimmung der Kenntnisse	39
Vom Zufall zum Schicksal und zurück	40
Denker zur Kultur-	
Teil 2	
Die Evolution des Für-Wahr-Nehmens	43
Vom Molekül zum Lernen der Moleküle	44
	44
Systemerhaltung und Selbstorganisation	44
Die Evolution vom Finden des Richtigen	49
Dispositionen für Kommunikation und Assoziation	49

Von der Binnen-Abstimmung zur Kommunikation	51
Das System expandiert ins Kollektiv	51
Von der Körpersprache	52
Zur Lautsprache	52
Die Evolution der zutreffenden Mitteilung	53
Werden der Wechselbezüge	53
Werden der Selbstreferenz	53
Disposition für Verständigung und Sprache	54
Prädisposition für die Begriffsbildung	55
Prädisposition für das 'Für-Wahr-Halten'	56
Von der molekularen zur assoziativen Erfahrung	50
Mark the Control of t	58
Das System entwickelt neuronales Gedächtnis	59
Konditionierung, bedingte Reaktion	59
Verfügbarkeit aller Anleitungen	60
Vorstufen von Gedächtnis	61
Erbkoordination und Erfahrung	64
Die Evolution des Für-Wahr-Nehmens	67
Konditionierung auf Korrespondenzen	68
Restriktive Kohärenzen	71
Erweiterte Korrespondenz mit der Welt	72
Grenzen des Für-Wahr-Nehmens	73
Dispositionen für das Bewußtwerden	75
Über den Einsatz von Erfahrung	75
Eine Hypothese vom 'Anscheinend Wahren'	77
Rückblick auf das Kapitel	80
Von der Erfahrung zum Denken	81
	82
Von der Erfahrungs- zur Vorstellungswelt	
Kohärente Dispositionen	82
Neue Korrespondenz mit der Außenwelt	85
Die Evolution des Für-Wahr-Haltens	88
Synthetische Urteile a priori	88
Adaptierung a posteriori	91
Disposition für rationale Operationen	96
Expansion und neue Kohärenzen	98
Kritisches Urteilen und neue Korrespondenzen	99
Vom Denken zur Kultur	103
Über Kohärenzen und Constraints	105
Das Werden des verständigen Redens	105
Das Werden einer logischen Mathematik	118
Das Werden einer mathematischen Logik	110
Korrespondenzen mit der Außenwelt	114
Redundante Welt als Vorbedingung	114
Lösungsformen und Empirie	115
Korrespondenz über Kohärenzen	116
	2.0

Inhaltsverzeichnis	

Dispositionen für ein kohärentes Weltbild	118 119 129 129
Teil 3	
Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Vernunft	135
Für-Wahr-Nehmen als Säuger oder Primaner?	136
Wie trennen wir Zufall und Gesetzlichkeit?	137
Wann ist Zufall oder Notwendigkeit zu trauen?	137
Für und Wider und das Monte-Carlo-Syndrom	140
Ordnung und mögliche Grade an Gewißheit	141
Zwei Haltungen, zwei Modelle	143
Ein kybernetisch ratiomorpher Algorithmus	148
Ein probabilistisch rationaler Algorithmus	150
Zwei geometrische Gradienten	153
Ein Schichtenbau des Für-Wahr-Nehmens	161
Ableitung der ratiomorphen Lösungen	161
Bedingter Reflex und Konditionierung	161
Von der Konditionierung zum Muster-Erkennen	162
Der Umgang mit Abweichungen	163
Partielle Bekräftigung und Wahrscheinlichkeitslernen	165
Das Erkennen und Verkennen des Zufalls	165
Prognostik des empirischen Verhaltens	168
Naive Strategien	168
Standard-Lösungen und die Variablen	170
Die geringe Wirkung von Erfahrung und Geschlecht	171
Die große Wirkung von Zeitdruck und Kommunikation	172
Prognostik alternativen Für-Wahr-Nehmens	174
Rückblick auf die Alternativen der Ratlosigkeit	175
Die problematischen Aufgaben	175
Die Wirkung von Alter und Bildung	176
Die Alternativen des Für-Wahr-Nehmens	180
Bezüge zur Psychologie und Neurologie	185
Korrelate zur Intelligenz-Forschung	185
Korrelate zur Physiologie des Gehirns	186
Schlüssel zu den Symbolen	190
Literaturverzeichnis	191
Personenregister	205
Sachregister	208

Einführung

Im ganzen hat der Gegenstand dieses Bandes vier Merkmale, die gleich kenntlich gemacht sein sollen. Er beansprucht, die Vorbedingungen für alle weiteren Erkenntnisprozesse zu enthalten, er differenziert die Evolutionsprozesse nach zweierlei Hauptachsen, er enthält Gradienten der sogenannten Relevanz wie Begründbarkeit, und er bietet wieder den biologischen, das heißt einen zwar nicht zureichenden, jedoch notwendigen Beitrag zum Verständnis und zur Kritik unserer Kultur.

Die Vorbedingung: Die biologischen Grundlagen des Für-Wahr-Nehmens und später des Für-Wahr-Haltens erweisen sich als die Voraussetzung aller Adaptierung der Kreatur an ihr Milieu wie aller Erkenntnis über unsere als real erwartete, außersubjektive Wirklichkeit; gleichermaßen, Sir Karl Popper würde sagen: Von der Amöbe bis Einstein.

Vor und mit den biologischen Grundlagen das Vergleichbare zu erkennen, die wieder von physiologischen Prozessen über die Invarianten- und Begriffsbildung bis zur bewußten Reflexion der Begriffe reichen (RIEDL 1987), sind sie auch Vorbedingung für den Gewinn aller komplexeren Bezüge zur außersubjektiven Wirklichkeit; der Wahrnehmung wie der Reflexion über Ursachen und Zwecke (RIEDL 1985).

Die beiden Achsen: Was wir aufgrund unserer Ausstattung in dieser Welt für wahrscheinlich und schließlich als für verbürgt erachten, entwickelt sich aus selektiven wie eliminativen Prozessen von jeweils zweierlei Art. Ein Prozeß der Anpassung an die Außenwelt kann von einem zunächst gleichlaufenden Prozeß der inneren Abstimmung in Sprache und Denken fortgesetzt werden.

1. Der eine der evolutiven Prozesse führt zu einer Ausstattung, die als synthetische Vorausurteile über diese Welt zu verstehen sind. Sie entstanden adaptiv als Anpassung an eine Außenwelt, soweit die Erhaltungsbedingungen einer Art diese durchsetzten. Dies beruht auf einem iterativen, repetitiven Vorgang, einem Schraubengang, kreisend zwischen neuen Erwartungen und neuen Erfahrungen. Das Ziel ist erfolgreiches Verhalten einer physiologischen Reaktion, wie einer Handlung, sei es aufgrund einer Wahrnehmung, einer Erfahrung oder dem Erlernen dessen, was wir ein Naturgesetz und die empirische Wahrheit nennen.

In diesem Prozeß geht es zwar auch um die Entwicklung der inneren Abstimmung, deren Ergebnis wir Organisation nennen. Angeführt wird er aber durch die Bedingung, dem Milieu zu entsprechen. Das Ergebnis kennt man als Anpasssung an die Außenwelt. Es geht, allem voran, um eine Adaptierung an die Welt, um Korrespondenz.

2. Der andere der evolutiven Prozesse führt zunächst auch zu synthetischen Bestimmungen im voraus. Etwa in dem Sinne, daß zwei Gameten und ihre Verschmelzung mehr umfaßt als das chemische Symbol, über welches sie einander erkennen. Auch dies entstand über jenen repetitiven Vorgang einer Anpassung, nun aber nicht an das Milieu, sondern an den Partner. Darin wurzelt die Entwicklung der Kommunikation. Das Ziel ist Eindeutigkeit der Verständigung, in Körper- und Lautsprache, in Semantik und Syntax, letztlich Widerspruchsfreiheit in Logik und Mathematik, was wir logische Wahrheit und Beweis nennen.

In diesem Prozeß geht es zwar später auch um Adaptierung, die Verständigung über Gegebenheiten im Milieu. Angeführt wird er aber durch die Bedingungen, der Verständigung zu entsprechen. Das Ergebnis kennt man als Organisation der Kommunikation. Es geht, allem voran, um Abstimmung im Kollektiv, um Kohärenz.

12

Die Gradienten: Aus dem Gegenüber und dem Ineinanderwirken dieser evolutiven Achsen macht sich, je nach Betrachtung, zunächst etwas wie abgestufte Relevanz vordergründig. Denn bei der Analyse einer so fundamentalen Anschauungsform wird die Spanne der Konsequenzen naturgemäß optisch weiter.

An einem Ende des Gradienten scheint man sich zwar in fernen Höhen zu finden, im Disput um die wahre Wahrheit, in den Wahrheitstheorien. In seiner Mitte, den Theorien von den Grundlagen menschlicher Vernunft, sehen die Positionen schon greifbarer, in den Lerntheorien bereits durchaus praktisch aus. Und in den Theorien von der menschlichen Intelligenz wie beim Urteilen über menschliche Begabung, am anderen Ende des Gradienten, mag man sich wie inmitten von Werturteilen und Auseindersetzungen unserer Tage fühlen.

Natürlich steckt dahinter Reales; wie ein Verlauf vom akademischen Disput und grauer Theorie zur schulischen Exekution und höchst lebensnaher Diskriminierung. Man lasse sich jedoch nicht täuschen; der Gradient der Begründung und Rechtfertigung kann mit seinen

Gewichten in derselben Richtung verlaufen.

Die biologische Perspektive für das Verständnis unserer Kultur, namentlich ihrer Widersprüche, heranzuziehen, wird noch oft als Übertretung abgewertet; als Biologismus. Darunter wäre der Fehler zu verstehen, der entstünde, wollte man kulturelle Phänomene zureichend auf jene der Biologie zurückführen. Tatsächlich aber schafft jede neue Systemschicht neue Gesetze, die alten allerdings reichten durch sie hindurch (RIEDL 1979 und 1985). Daher können auch kulturelle Phänomene zureichend nur unter Einschluß unserer auch biologischen Ausstattung verstanden werden.

Meine Auffassung von biologischer Wissenschaft verpflichtet mich zu einer wissenschaftstheoretischen Haltung, die ich 'kritischen Empirismus' nenne (RIEDL 1987). Sie setzt voraus, daß alle Wahrnehmung, wie alle Reflexion, von Theorien, auch im Sinne von Interpretationen oder Erwartungen, beladen ist, und daß folglich eine jede derselben der Prüfung bedarf, der Bestätigung an der Erfahrung (wie zu zeigen sein wird), im weiteren und im engeren Kontext, also auch der Widerlegung zugänglich sein muß. Und dies muß nicht minder für den Wahrheitsgehalt unseres Verstandes gelten, unserer Vernunft und unserer Logik. Dieser letzte Anspruch ist es, der vom 'kritischen Rationalismus' unterscheidet.

Erkenntnistheoretisch führt mein evolutions-biologischer Standpunkt eben in die EE, die Evolutionäre Erkenntnislehre, die man in die kleine Gruppe der naturalisierten Erkenntnistheorien einreihen kann. Sie setzt voraus, daß Natur noch zum Teil ohne Kultur verstanden

werden kann. Kultur aber keinesfalls ohne Natur.

Teil 1 Über das Problem und den Ansatz zur Lösung

Was können wir wissen? Oder, noch eindeutiger, die PILATUS-Frage: Was ist die Wahrheit? Eine Frage unseres Alltags scheint das nicht zu sein. Denn wir wissen, wer wir sind, sind uns unseres Namens, unserer Adresse und der Pflichten für morgen nicht ungewiß. Und dennoch ist's uns geraten, weder unseren Sinnen, noch unserer Vernunft allein zu trauen; denn die Welt, wie sie wirklich ist, jene außersubjektive Wirklichkeit, mag ganz anders sein, als sie uns erscheint oder wie wir uns ihre Erscheinungen zurechtdeuten.

Allein die Herkunft unserer Sinne, und, noch dunkler, so scheint es, die Herkunft unserer Vernunft, blieb, seitdem wir denken und uns unser bewußt wurden, ein Rätsel. Aus der Erfahrung allein kann sie nicht stammen, denn es bedarf bereits der Vernunft, um Erfahrungen machen zu können. Müssen wir also die Begründung unserer Vernunft in eine Vorsehung verlegen, deren Verständnis uns notwendigerweise verwehrt bleiben muß? Oder die Sache auf sich beruhen lassen, uns das Gespräch darüber einfach verbieten?

Was aber, wenn es nun in unserem Leben selbst darauf ankommt, die Wahrheit von der Lüge, das Wahrscheinliche als das Mögliche vom Unmöglichen abzugrenzen? Kurz, sobald man zu reflektieren beginnt, über sich oder die Welt, ist um diese Fragen nicht herumzukommen.

Nun soll dies nicht einfach so gesagt bleiben. Vielmehr ist ein Blick in unsere Kulturgeschichte zu tun, der, wenn auch in kurzer Form, die Lage dieses Dilemmas verdeutlichen soll. Aber freilich bemühe ich den Leser nicht, um ihn bloß mit Kontroversen und Dilemmata über Themen zu befassen, die dem menschlichen Verstand nicht lösbar sind. Vielmehr versuche ich, als Naturwissenschaftler eine Lösung vorzuschlagen. Es wird im Anschluß darum jene Perspektive bestimmt werden, von deren Standort aus eine Lösung möglich erscheint.

Aus der Kulturgeschichte des Dilemmas

Zunächst sei überlegt, ob uns die Sache überhaupt betrifft. Handelt es sich nicht nur um akademische Querelen, eine Philosophenkonstruktion, die unser Sein und Wohl-Sein gar nicht betrifft und sich bloß in den fernen Höhen gelehrter Disputationen einer künstlichen Existenz erfreut?

Nun, in welche Höhen man die Frage etwa nach dem Wahrheitsgehalt unserer Logik auch stellen will, oder jene, ob ihre Gesetze und die der Mathematik wohl nichts als Erfindungen, weltferne Konstruktionen unserer Kultur seien; sie alle bilden nur den Hintergrund von Plagen und Diskrimination in unserem Alltag. Im Grund sind sie sogar von diesen ausgegangen.

Die Lösung werden wir aus jenen Hintergründen entwickeln, indem die Hintergründe dieser Hintergründe aufzusuchen sein werden. Das Problem selbst, so mag es geraten sein,

sei nun gleich aus den Plackereien unserer Tage entwickelt.

Sprechen wir über ein Gebrechen der Menschheit?

In einer ersten Sicht mag das wirklich so scheinen; und zwar sogleich als ein Gebrechen von zweierlei Art. Einmal als Gebrechen der Ausstattung des einzelnen, ein andermal als ein Gebrechen unserer Kultur.

Hat uns die Erforschung menschlicher Begabungen nicht dazu geführt, Unterprivilegierte von den Privilegierten abzutrennen, mit der Ansicht, daß dem einen eine bessere Ausstattung gegeben sein müsse, das Wahre zu erkennen, als dem anderen? Sind das nun mentale Gebrechen jener einzelnen? Was aber, wenn geantwortet wird, daß die Privilegierten ihre Privilegien nicht einer besseren Ausstattung als vielmehr einer besseren Förderung verdanken; daß es also die Mängel unserer Gesellschaft wären, welche die Unterprivilegierten erzeugten. Ist es dann ein kulturelles Gebrechen unserer Zivilisation?

Man sieht, daß hinter solchen Fragen schon die Tagesproblematik steckt; Interessen, die mit Lebensqualität, Ansehen, Einfluß und Macht zu tun haben; politische Interessen. Sowohl parteipolitisch im Sinne von Gruppeninteressen, als auch politisch im Sinne der

Polis, der Interessen von uns Bürgern überhaupt.

Was sich hinter dieser Auseinandersetzung verbirgt, das sind nun eben schon Ideologien. Also Gruppeninteressen, die ihre Ansprüche von irgendwo herleiten müssen; und deren herleitende Begründung noch viel weniger rückstandslos gelingen kann, als den Theorien der empirischen Wissenschaften. Denn nicht nur ist alle Ansicht beladen mit Theorie, zudem ist sie mit Unkenntnis beladen, kompensiert durch anmaßende Prätention.

Denn die Prätention einer egalitären Gesellschaft, die behauptet, daß die Seele des Menschen ein leeres Blatt sei - auf dem nur das zu Buche kommt, was die Gesellschaft (und deren Demagogen) dort niederschreiben, ist schon eine Anmaßung. Nicht minder als jene Prätention, die, wie der Imperialismus, der es beansprucht, mit seinen vermeintlichen Privilegien wuchern zu dürfen, eine Anmaßung ist.

Hinter diesen Positionen stehen nun weiters wissenschaftliche Theorien. Da ist der *Tabula-rasa*-Standpunkt des extremen Behaviorismus, dort der Sozialdarwinismus, der es, nun verkehrt herum, wagt, das Überleben nur des Tüchtigeren als legitimen Anspruch in die menschliche Gesellschaft zu übertragen.

Freilich sind das heute extreme Standpunkte und sie legitimieren auch jene Ideologie nicht zureichend. Aber hinter ihnen, so müssen wir zugeben, steht noch eine viel begründetere und gewiß ernst zu nehmende Kontroverse: Das Empirismus-Rationalismus-Dilemma. Ein Dilemma, weil die Wahl zwischen jenen Positionen dem Denkenden nicht eindeutig möglich ist; eine Kontroverse, weil sie unter den Denkenden, und seitdem wir denken, nie zu beruhigen, das Problem nie zu vertuschen war.

Schon am Weg von den Begabungs- zu den Lerntheorien wird dieser neuerliche Hintergrund deutlicher. Sind unsere Ideen nichts als Kopien unserer Sinnesdaten, wie die Empiristen meinen, oder sind sie in Wahrheit dominiert und umstrukturiert durch einen Geist, der uns schon vorgegeben ist? Haben wir – wie die Kontroverse klassisch lautete – nichts in unserem Verstand, was nicht durch die Sinne hineingekommen ist? Außer vielleicht gerade den Verstand selbst? Muß man – wie sich die Kontroverse heute liest – etwas wie eine 'Großmutterzelle' im Gehirn posutlieren, die das Engramm unserer speziellen Erinnerung appliziert bekam? Oder aber ist mit einem 'Pandämonium' zu rechnen, das alle Daten in einer uns unbegreiflichen Weise erst mit Sinn und Inhalt erfüllt?

Hier sind wir am Kern des Dilemmas: Wenn alles Wissen aus unserer Erfahrung stammte, wie wäre es zu verstehen, daß unsere Sinne schon vor jeder Erfahrung zur Fertigung von Erfahrung gemacht sind? Und wenn umgekehrt eine Vernunft vorgegeben sein sollte, die uns die Sinnesdaten deuten läßt, woher, wenn nicht aus der Erfahrung, sollte dieses Wissen, stammen?¹⁾

Wahrscheinlichkeit und Wahrheit als Problem

Natürlich ist die Kontroverse nicht bei solch generellen Positionen stehengeblieben. Vielmehr hat der forschende Geist danach getrachtet, dort, wo im Praktischen Entscheidungen zu treffen sind, nach Lösungen zu suchen. Ist, im Zweifelsfalle, unserer Erfahrung zu trauen, oder steckt die Entscheidung über die Wahrheit in Wahrheit in den Kräften unserer Vernunft?

Mußte die Entscheidung nicht, wie die einen meinten, aus der unbezweifelbaren Erfahrung der Lebenspraxis herbeigeführt werden können, oder aber, wie die anderen behaupteten, aus einer Klärung und Prüfung unserer nicht minder unbezweifelbaren Prozesse unseres Verstands?

¹⁾ Auf die Literatur zu den Theorien der Begabung und des Lernens werde ich im letzten Kapitel des Teiles 2 ausführlicher zurückkommen und die hier einander entgegengestellten Positionen belegen.

Wie gewiß ist welche Wahrscheinlichkeit?

Vielleicht kann die Prüfung dessen, was uns möglich erscheint, sich aber doch als ungewiß erweist, die Lösung bringen.

Was soll der Zufall schon sein? Ist der Mangel an Voraussicht nicht einfach ein Mangel an Erfahrung? Zeigt unsere Unsicherheit nicht bloß die Grenzen, welche unseren Sinnen und unserem Gedächtnis vorgegeben sind? Der Zufall entspringt damit wohl nur einer unserer Erfahrung unentwirrbaren Verwicklung gesetzlicher Zusammenhänge. Denn daß ein Ereignis sowohl eintreten wie nicht eintreten könne, so folgen wir dem großen Mathematiker Bernoulli, ist unserer Vernunft wohl ebenso unverständlich, wie, daß Gott gleichzeitig etwas geschaffen und nicht geschaffen hätte. Und Newton war der Ansicht, daß das Wahrscheinliche darum gar nicht die Würde dessen beanspruchen könne, was in den klaren Höhen der physikalischen Gesetzlichkeiten ein Recht auf Beachtung hätte.

Gleichzeitig gab es aber schon Glücksspiele. Und ganz offensichtlich ließ man sich trotz der Ungewißheiten ganz subjektiv auf Wetten mit ganz konkreten Werten ein. Und zeigte

es sich nicht zudem, objektiv, daß der Erfahrenere in der Regel gewinnt?

Natürlich, sagten die einen, braucht man die Häufigkeit eines Ereignisses nur lange genug zu beobachten, um sie mit Sicherheit prognostizieren zu können, indem man die Häufung auch in die Zukunft projiziert. Es ist also doch eine Sache der Erfahrung. Nein, meinten die anderen; wir erwarteten ja vernünftigerweise das Herrschen einer nur versteckten Gesetzmäßigkeit, welche sich auf diese Weise eben gerade bestätigt. Die Unterschiede der

Standpunkte werden nur noch auffallender.

Wenn aber zweierlei Häufigkeiten bekannt und nur (z. B. in Urnen) versteckt wären, könnte dann nicht Zug für Zug besser abgeschätzt werden, wie wahrscheinlich es sich um eine dieser Häufigkeiten handelte? Gewiß; und Reverend Bayes formulierte diese Gesetze. Also ließe sich wohl auch abschätzen, wie wahrscheinlich es wäre, daß sich eine wissenschaftliche Theorie der Wahrheit näherte. Nein, erklärten die Anti-Bayesianer, bei euren Berechnungen ist objektive Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt. Die Häufigkeiten (z. B. der weißen Kugeln) mußten verläßlich und bekannt sein. In der Erforschung der Natur kann aber nichts im voraus verläßlich bekannt sein. Die Empiriker können subjektive Wahrscheinlichkeiten nicht umgehen; und wie sollten diese dann berechenbar sein.

Ein logisch-mathematischer Schluß von noch so vielen Erfahrungen auf die Folgeerfahrung ist nicht möglich. Das mag sein, sagten die anderen, aber mit Erwartungen aus großer Erfahrung gelangt alle Wissenschaft zu all ihrem Fortschritt. Personale und statistische Wahrscheinlichkeit, Bestätigung oder Bewährung; welche führt zur Wahrheit; CARNAP oder POPPER? Dies ist das alte Dilemma im heutigen Kleide. Was macht nun die Standpunk-

te so hartnäckig verschieden?²⁾

²⁾ Die einschlägige Literatur zu den gegebenen Beispielen und Positionen wird in Teil 2 angegeben: Das letzte Kapitel dieses Teiles befaßt sich dann auch mit den in Aussicht gestellten Lösungen.

Wie wahr wäre welche Wahrheit?

Freilich ist die Wahrheit erst mit Irrtum und Lüge in die Welt gekommen. Aber das war wohl so unvermeidlich, wie der Tod erst mit dem Leben in die Welt gekommen ist und der Schmerz mit den Sinnen (Bertalanffy). Jedoch: Wird der Begriff überhaupt gebraucht? Sagt der Satz: »Es ist wahr, daß Caesar ermordet wurde.« mehr aus, als die Feststellung: »Caesar wurde ermordet.«?

In der Philosophie hat dies Ramsey vermutet und damit im Kreise der Wahrheits-Theoretiker für Überraschung gesorgt.³⁾ Ob der Begriff aber nichts als eine Bekräftigung bedeutet oder aber mehr, das braucht uns hier nicht zu besorgen. Vielmehr ist dem Thema nicht zu entkommen, weil es mehrere Formen der sogenannten Wahrheit gibt und wieder die Frage entsteht, an welche man sich zu halten hätte.

Früh begegnet uns die scheinbar einfache 'empirische Wahrheit', als Übereinstimmung der Vorstellung mit einer Sache; etwa mit der Gewißheit, daß die Sonne morgen wieder aufgehen werde. Und dies, ohne daß das auch aus noch so vieler Erfahrung logisch erschlossen werden könnte. Philosophen sollen einmal über diese Unmöglichkeit verzweifelt sein.

Aber hat nicht gerade die Empirie ihre Grenzen, da sich die Erfahrung doch forgesetzt erweiterte? Beweist nicht das ptolemäische Weltbild (Erde im Zentrum des Kosmos), die Phlogiston-Theorie (vom Feuerstoff), daß empirische Wahrheit nur ein Übergangsstadium zur wahren Wahrheit sein kann?

Ihr gegenüber die 'logische Wahrheit'. Wie wäre daran zu zweifeln, daß zwei mal zwei vier wäre? Benötigt man dazu überhaupt empirische Erfahrung; oder zum geometrischen Beweis der Verdoppelung des Quadrates über seine Diagonale? Sind die zwei Parallelen, die ich denke, nicht stets um Dezimalen genauer und bis ins Unendliche denkbar als alle, die ich zeichen oder bauen kann?

Aber ist es nicht auch logisch wahr, daß, wenn ich zwei Einhörner besitze, und noch weitere drei erhalte, dann fünf Einhörner haben müßte, obwohl es diese nicht gibt? Und wenn der Satz lautet: »Alle Vögel sind Löwen, und der Frosch ist ein Vogel.«, ist dann der Satz: »Ergo ist der Frosch ein Löwe,« nicht auch wahr? Tatsächlich ist der Schluß logisch wahr. Er wird nach logischen Gesetzen sogar umso verläßlicher, je weiter er von der 'schmutzigen Wirklichkeit' empririscher Erfahrung abhebt und in ein reines Zeichensystem der mathematisch formalen Logik einschwebt. Eine Wahrheit, die von den Sachen der Welt absieht?

Ist dann nicht eher dem Konsens einer 'kollektiven Wahrheit' zu vertrauen? Können sich tausende Schmeißfliegen, wie ein ungehaltener Ethologe sagte, alle darin irren, daß sich hier Aas befindet? Strebt die Gemeinschaft der Wissenschaftler, mit all ihren Kontrollen, Kontroversen und Widerlegungen nicht sicher der Wahrheit zu?

³⁾ In seiner Redundanz-Theorie geht Ramsey davon aus, daß es gar kein Wahrheitsproblem gebe, sondern nur eine sprachliche Verwirrung (wieder erschienen 1964). Frege vertrat einen ähnlichen Standpunkt. Trotz der Kürze Ramseys Studie hat sie Eindruck gemacht. Bertalanffys Bemerkung kenne ich noch aus seinen Vorlesungen. Man orientiert sich z. B. in seinem Band von 1968.

Aber sie strebte auch gemeinsam dem geozentrischen Weltbild zu, dem Phlogiston und vielem mehr; und wie sollte daraus die Gewißheit entstehen, heute die Wahrheit zu besitzen? Und übrigens tritt die kollektive Wahrheit am reinsten dann in Erscheinung, wenn in einer Sache niemand etwas wissen kann und alle sich an die Meinung aller halten. Wahrheit im gemeinsamen Irrtum?

Natürlich hat die philosophische Diskussion die Theorien der Wahrheit wesentlich weiter differenziert, als ich das in einer Einführung in das Problem darstellen darf. Wir kommen auch im einzelnen noch auf diese zurück. Aber bis in die jüngere Zeit, etwa mit Neurath und Carnap, ist es im Prinzip bei dem Gegensatz eines Primats von logischer versus empirischer Wahrheit geblieben: Nämlich mit der Frage, ob es beim Finden der Wahrheit um jene von wissenschaftlichen Sätzen ginge, oder ob dabei nicht doch an eine Übereinstimmung mit der empirischen Erfahrung gedacht wäre. Wenn das aber so wäre, meinte Neurath, wie könnten wir in der Sache der Wahrheit gleichzeitig Ankläger, Angeklagter und Richter sein?

So sind wir doch wieder zurück bei der Frage, wem im Falle der Widersprüche zu trauen wäre: den einfachsten Protokollen physikalischer Experimente oder aber einer gereinigten, in sich widerspruchsfreien Logik; der Erfahrung oder der Vernunft. Wer wäre wessen Richter?

Beide aber, so wiesen die Gegner einander nach, stecken voll der voraussetzungsvollen, schwer zu begründenden Theorien. Und wir kommen damit der zentralen Frage unseres Themas wieder ganz in die Nähe: Wie es denn zu verstehen wäre, daß beide Positionen so verschieden sind und in der Stetigkeit ihrer Möglichkeiten über die Jahrhunderte wie kanalisiert wirken.⁴⁾

Auf welcher Wahrheit gründen unsere logischen Systeme?

Wenn also zuzugeben ist, daß die Empirie auch über das Kollektiv nur Gesetzlichkeiten von einiger Wahrscheinlichkeit erbringen kann und auch diese sich bestenfalls nur in einer nicht näher bestimmbaren Weise der Wahrheit nähern, soll man dann nicht den 'lärmenden Haufen der Sinne' als lassen was er ist und ihm gegenüber ein kristallklares und widerspruchsfreies System zwingender Schlüsse und Beweise entwickeln, zumal der menschliche Geist sich dazu geradezu herausgefordert sieht?

Das ist, wie man weiß, geschehen. Und wieder reicht das Ringen aus der Zeit der Vorsokratiker bis in unsere Tage. Was entstanden ist, das sind die gewaltigen, deduktiven Systeme der Logik und der Mathematik. Ist nun dort der verläßliche Ankerplatz zu finden?

⁴⁾ Die Auseinandersetzung, die ich hier andeute, beginnt schon mit den Vorsokratikern, das Neurath-Carnap-Beispiel aber gehört bereits in unser Jahrhundert. Auf diese, wie auf Lösungen, wie sie sich durch Rescher, parallel zu unserem Vorgehen, andeuten, komme ich zurück.

Über den Wahrheitsgehalt der Logik

Solche deduktiven Systeme gehen von Festsetzungen, den Axiomen, aus und erlauben über Anwendungsregeln, eine Fülle von Aussagen, die Theoreme, abzuleiten. Und der Kenner vor allem der formalen, nunmehr mit Symbolen operierenden Logik weiß, welch ein ungeheures Denkgebäude aus den wenigen Axiomen entwickelt werden konnte. Es soll erlauben, aus Wissen allein, neues Wissen zu schöpfen; z. B. aus dem logischen Schluß. Einer der berühmtesten dieser Syllogismen lautet: »Alle Menschen sind sterblich, Sokrates ist ein Mensch; ergo ist Sokrates sterblich.« Ist da neues Wissen gewonnen, oder ist nicht umgekehrt der Tod Sokrates' eine Bestärkung dieser Annahme? Und wer kann etwas über alle Menschen wissen? Was z. B. wußten die Griechen über ihre Halb- und Viertelgötter? Wo endete die Unsterblichkeit? Und was endlich bringt die Teilung der Begriffe; beispielsweise die Teilung der Tiere in Raubtiere und Nicht-Raubtiere? Was wäre damit über den Käfer erfahren und über das Schaf?⁵⁰

Und noch eines. Wie zieht man Grenzen; wo findet sich die Grenze zwischen Körnern und einem Haufen. Und wie, anders herum, könnte es identische Dinge geben; denn du steigst sogar nie zweimal in denselben Fluß?

Schließlich, so verlangt die zweiwertige Logik, soll es nur wahre oder falsche Sätze geben. Wohin also mit all der Unsicherheit und den gestuften Gewißheitsgraden, welche allen Wissensgewinn begleiten?

Nun kann man all die erwähnten Bedenken in das Gebiet der Empirie verbannen. Der Standpunkt ist gewiß vertretbar; die Logik müsse es nicht beanspruchen, Aussagen über die außersubjektive Wirklichkeit zu machen. Es genüge, den Axiomen zu entsprechen, den Aussagen eine logische Wahrheit zu sichern. Aber was soll das heißen: eine Wahrheit außerhalb der Erfahrung? Kann sie Wissen vermehren? Viele Bemühungen drehen sich folglich um einen Kompromiß.

Und selbst wenn es die reine, logische Gewißheit gäbe, und wenn auch nur im Rahmen der vereinbarten Sprechweise und der daraus destillierten Axiome, wie wären die Axiome zu begründen?

Sollte etwa das Axiom, daß es in Aussagen nur das Wahre und das Falsche geben darf, jede dritte Möglichkeit ausgeschlossen sein müsse, psychologisch zu beweisen sein; aus Selbstevidenz? Aber die Psyche der Menschen hat sich stets geändert. Sie muß sogar in unserer Stammesgeschichte einmal noch gar nicht vorhanden gewesen sein. Und selbst, wenn man die Evolutionstheorie nicht akzeptierte, wie wäre das Axiom zu beweisen, wenn dieses 'ausgeschlossene Dritte' für manche Menschen, mit der Sicht auf so viele halbe Wahrheiten, durchaus nicht selbstevident erscheint?

Muß man aber auf eine intuitionistische Begründung der Axiome aus der Psychologie verzichten, so kann man sich nur auf die Annahme zurückziehen, sie wären, als Vorbedingung jedes Denkens, aus dem Denken eben nicht begründbar; sie müßten dem Menschsein, vielleicht der Welt überhaupt, vorgegeben sein. Dies ist eine Verschiebung in das uns nicht Zugängliche, in die Metaphysik.

⁵⁾ Wer erinnert sich da nicht des winzigen Käfers an der Grashalmspitze, der vor den räuberischen Schafen warnt, aber den Löwen preist, da er dem Käfervolk den Frieden schafft.

Und will man's dabei nicht lassen, so wandert die Begründung hin und her, wie man dies ausdrückte: zwischen dem Gefängnis der Psychologie und dem der Metaphysik. Wieder ist das Dilemma mit uns. Ist der Unsicherheit möglicher Erfahrung zu trauen oder der nicht begründbaren Möglichkeit der Vorgabe einer sicheren Vernunft?

Nun kann man noch nach einem weiteren Indiz suchen; nach der Widerspruchsfreiheit eines deduktiven Systems. In unserer Sprache finden wir diese freilich nicht. Man braucht bloß zu fragen, ob der Allmächtige einen Gegenstand machen könnte, der so schwer ist, daß er ihn selbst nicht mehr heben kann. Oder, noch einfacher: wenn ich von mir behaupte, »Ich bin ein Lügner.«

Aber vielleicht gelingt eine Begründung von Axiomen, oder wenigstens der Beweis der Widerspruchsfreiheit eines Systems, wenn wir uns von der Sprache noch weiter fort

begeben, in das deduktive System der Mathematik.

Ist unsere Mathematik entdeckt oder erfunden?

Unser Zahlenbegriff setzt zweierlei Abstraktion von den Gegenständen voraus. Einmal müssen 'Fünf' identisch für 'alle Fünfe' stehen können, gleich, ob es sich um Symbole, Esel oder Ideen handelt. Ein andermal muß 'Fünf' identisch für 'alles Fünfte' stehen können, wieder gleich, ob Symbol, Esel oder Idee. Erstere kennt man als Kardinal-, letztere als Ordinalzahl.

Gegenüber der empirischen Erfahrung, welche uns keine Existenz von undifferenzierten Gegenständen oder Zuständen lehrt, selbst, wenn sie sich gleichen wie ein Ei dem anderen, verlangt diese Abstraktion auch noch den Verzicht auf deren Inhalte. Auch von dem Raum, den sie verdrängen oder in dem sie sich befinden, wie von den Zeiten ihres Auftretens, Veränderns oder Verschwindens ist abzusehen. Sie existieren, wie auch der Punkt, als qualitäts- und dimensionslose Quantitäten. Eins und Eins sind tatsächlich nur ohne Inhalt, Dimension, Zeit und Ort völlig austauschbar.

Derlei scheint es in der außersubjektiven Wirklichkeit nicht zu geben. Selbst Quanten haben Dimensionen, treten auf und befinden sich in Feldern irgendwelcher Einflüsse. Sind Zahlen darum bare Erfindung? Bleibt ihnen denn mehr als etwas wie eine Idee vom 'Fünften', wie von 'allen Fünfen'?

Nun ist aber nicht zu bezweifeln, daß es das alles, wenn auch mit Inhalten, in der außersubjektiven Wirklichkeit, oder doch in unserer Erfahrungswelt, geben muß. Denn erst die Zwei machen das Paar, das wir als Schuhe tragen, die Drei eine Troika und das fünfte Rad am Wagen, wird das Reserverad sein. Also sind die Zahlen entdeckt?

Aber Zahlen von solcher Art lassen keine Zahl angeben, die groß genug wäre, um ihr nicht noch eine hinzufügen zu können. So entstand, schon bei den Vorsokratikern, das Unbegrenzte und das Unendliche. Sind also die Rechenregeln, wenn nicht die Zahlen, die reine Erfindung?

Nun bewährten sich aber schon die ersten Ebenen der Rechenregeln oder Algorithmen⁶⁾ an

⁶⁾ Man erinnert sich der Ebenen der Grund-Rechnungsarten, welche von der Addition-Substraktion über die Multiplikation-Division zum Potenzieren-Wurzelziehen aufsteigen. Umgekehrt fragte man sich, ob die unendlichen Dezimalzahlen ein Ding der Realität wären; man vergleiche auch das weitere bei H.-C. REICHEL (1988).

der Erfahrung; und wahrscheinlich sind sie selbst aus der Praxis entstanden; aus den Beziehungen zwischen den Geraden, Flächen und Körpern. Und wo Beziehungen, wie die zweite Wurzel oder die Zahl, mit unserem Zahlensystem nur ungeschickt und unvollständig anschreibbar sind, hat man sich ihnen dennoch unterworfen. Sind diese Regeln also doch entdeckt?

Was aber nun die Axiome der Mathematik betrifft, so finden wir uns in derselben Lage wie in der Logik, mit welcher die Mathematik ja auf das engste verknüpft ist. Entweder man meint sie formalistisch, nur als eine Art Sprachprinzip verstehen zu können, in dem es nur auf Widerspruchsfreiheit ankommt; dann sind es Erfindungen. Oder aber man meint, im Sinne Platons, es wären Ableitungen aus einer einsehbaren Welt, einer Art 'Vorhimmel' zur Welt der platonischen Ideen, an welchen unsere Seele teilhaben kann; dann sind es Entdeckungen.

Mit der Einführung des Unendlichen, welches für unser Denken unvermeidlich erscheint, so erwies es sich in der Moderne der Mengenlehre, ist aber die Widerspruchsfreiheit nicht mehr beweisbar. Und die platonischen Ideen führen uns dem gegenüber wieder in die luftigen Schwebezustände der Metaphysik.

Wem also ist hier zu vertrauen, der unsicheren Erfahrung oder dem ungewissen Verstand? Wir sind im Kreise der Abstraktion nur zu unserem Dilemma zurückgekehrt. Es kann uns offenbar nicht verlassen.

Und wenn wir mit zunehmender Abstraktion auch von den Plackereien unserer Tage in den akademischen Disput weitergewandert sind, die Ebenen der Abstraktion hängen zusammen; und die Hilfe oder Lösung, die wir hier erhoffen konnten, steht doch wieder nicht zur Verfügung.

Ich will zur Lösung der Frage, worauf wir uns in den Unsicherheiten von Wahrheit und Wahrscheinlichkeit verlassen können, einen anderen Standpunkt wählen.

Die Evolution des Für-Wahr-Haltens

Wie es dazu kam, daß in dieser Welt etwas wahr-genommen, oder für-wahr-gehalten wird, das ist zunächst ein Thema der Biologie; genau genommen der Evolutionsforschung, der Entwicklungsbiologie mit deren Zweigen von der Neurophysiologie bis zur Verhaltensforschung.

Man wird nicht daran zweifeln können, daß wir Betrachter, gegenüber allen nichtmenschlichen Organismen, von der Amöbe bis zum Schimpansen, eine Position außerhalb des Wahr-Nehmenden Subjekts und den Gegenständen seiner Wahrnehmung einnehmen. Gegenüber den Irrtümern, die dem Verhaltensprogramm etwa unseres Hundes unterlaufen, haben wir ein objektives Urteil.

Dies ist erkenntnistheoretisch nun auch zu beanspruchen. Kommt der Hund schutzsuchend nach einem bösen Irrtum, so können wir darüber urteilen, welche Mängel der Anpassung in der Evolution seiner Erbprogramme zu beklagen sind. Wir können also Richter wie Ankläger sein, mit einem Urteil über das Beklagte.

Dasselbe muß für die Mängel in der Kommunikation zwischen Tieren gelten. Und aus beiden Erfahrungen geht eine Frageweise hervor, die es uns erlaubt, kritisch die Mängel in unserer eigenen Kommunikation wahrzunehmen, sowie jene in der erblichen Ausstattung unseres Denkens.

Wir prüfen also nicht mittels der Kräfte unserer Vernunft die Kräfte unserer Vernunft; wiewohl uns solche Zirkularität vorgeworfen wird. Vielmehr sieht unsere Theorie vor, daß es Anpassungsmängel in den ererbten Vorbedingungen unseres Denkens gibt; und daß diese wahrgenommen werden können, wo immer wir mit unseren Prognosen, die sie anleiten, regelmäßig an der Erfahrung scheitern. Das sogenannte Monte-Carlo-Syndrom z. B. wird eines unserer Belege werden. Und wir stellen dann, die Konsequenzen der Theorie prüfend anwendend, fest, daß auch die Ursache der Mängel solcher angeborenen Lehrmeister verstanden werden können.

Wenn es sich nun zeigt, daß die logisch-mathematischen Lösungen ebenso Fehler machen, allerdings solche der entgegengesetzten Art, da sie wieder an der Erfahrung scheitern, kann versucht werden, die Theorie anzuwenden, welche uns die Mängel der angeborenen Leistungen verstehen ließen. Dabei stellt es sich heraus, daß sie sich in demselben Prinzip der Constraints oder Kanalisierungen von Entwicklungsbedingungen finden lassen, die älter sind als unser kritisches Urteilen, und daher von den Kräften unserer Vernunft, wieder wie von außen, betrachtet werden können.

Die Geschichte des Für-Wahr-Nehmens wird deren Entwicklung samt ihren Grenzen aufdecken lassen.

Ich habe gute Gründe, zunächst von Wahrheit gar nicht zu reden, wiewohl (und gerade weil) das Thema auf das Problem der Wahrheit zulaufen soll. So verwende ich lieber das Kunstwort des 'Für-Wahr-Nehmens', wir werden auch sagen können: des 'Für-Wahr-Haltens'; diese beiden sollen die Mitte andeuten, um welche sich meine Argumentation dreht.

Näher als der so belastete wie vieldeutige Begriff der Wahrheit ist uns in unserer Lebenswelt schon der der Wahr-Nehmung. Er wird überlegenswert, wann immer wir meinen, Ursache zu haben, unseren Sinnen nicht zu trauen. Und das 'Für-Wahr-Halten' weckt

unsere Aufmerksamkeit angesichts eines Vorstadtzauberers ebenso wie bei einem offenbaren Rechenfehler.

Aber noch eindeutiger sind uns die Begriffe 'richtig' und 'falsch', in dem Sinne eine Aussage mit einem prüfbaren Sachverhalt übereinstimmt oder nicht. Und dies gilt nicht minder für Prognosen wie für nicht formulierte Erwartungen und für Handlungen und Reaktionen aller Art, wenn wir die Wurzel von Erfolg und Mißerfolg aufsuchen. Letzten Endes geht das noch auf die Erhaltungsbedingungen von organismischen Systemen zurück, weil richtige Prognostik Lebenserfolg bedeutet. Dort also will ich aus meiner biologischen Sicht ansetzen, um zu einer Klärung beizutragen.

Dabei soll uns zunächst interessieren, von welcher Art Übereinstimmungen im Inneren biologischer Systeme richtig sein können gegenüber solchen mit ihrem äußeren Milieu. Mit dieser Erfahrung können wir dann den Aufbaugesetzen in der Evolution folgen; vom genetischen Kenntniserwerb über die bewußten Akte, eben über das Für-Wahr-Nehmen und das Für-Wahr-Halten bis zu unseren Urteilen über das Wahre, das wir unserer Einsicht, in Naturgesetze wie in unsere Denkgesetze, zumessen.

Über Erhaltungsbedingungen, Binnen- und Außensysteme

Nach den Bedingungen des Evolutionsgeschehens müssen wir, soweit wir wissen, annehmen, daß alle unsere Vorfahren, zurück bis zur Amöbe, Erfolg gehabt haben. Erfolg zum mindesten im Sinne von Reproduktionserfolg. Wäre auch nur eine Generation am Wege unserer eigenen Stammeslinie erfolglos geblieben, wir befänden uns offenbar nicht hier; und noch weniger könnten wir über Evolutionsgeschehnisse reden. Dies ist zu offensichtlich. Die Konditionen allerdings, die unseren Stamm solchen Erhaltungsbedingungen über bislang dreieinhalb Jahrmillionen entsprechen ließen, sind weniger offensichtlich. Ihnen soll nachgegangen werden.

Landläufig denkt man dabei an Adaptierung, also an mutative Zufallsänderungen im Erbgut und an die selektive Auswahl der jeweils angepaßteren Kreaturen, die aus solchen Änderungen hervorgehen. Das »Überleben des Tüchtigeren«, ein Begriff, den Alfred Russel Wallace und Charles Darwin schon von Herbert Spencer ⁷⁾ übernahmen, ist in den vergangenen hundert Jahren erst zu einem Schlagwort und endlich zu einer bloßen Redensart geworden. Daß es sich um Lebenstüchtigkeit handeln muß, ist trivial, worin aber eine solche besteht, das will genauer geprüft werden.

In einem ersten Schritt kommt man der Sache näher, wenn man zwischen den Bedingungen der inneren Organisation und der Anpassung an das äußere Milieu unterscheidet. Etwa in dem Sinne die Form Ihres Autos noch einigermaßen direkt vom Milieu bestimmt wird, die Form der Kolbenringe aber nicht. Wenn die Stromlinie seines Äußeren vom Geschmack

⁷⁾ Man erinnert sich, daß Charles Darwin (1809-1882) und Alfred Russel Wallace (1823-1913) das Selektionsprinzip unabhängig voneinander entdeckten; erste gleichzeitige Publikation 1856 (Hauptwerke: Darwin 1858, Wallace 1891). Beide beziehen sich auf die soziologischen Werke ihrer Landsmänner Herbert Spencer (1820-1903) aus dem Jahr 1850 und Thomas Robert Malthus (1766-1834) aus den Jahren 1798 und 1803.

des Marktes, größeren Straßen und höheren Geschwindigkeiten abhängt, so ist die Form der Dichtringe an den Kolben von den Zylindermaßen abhängig und die erlaubten Toleranzen von der zu erzielenden Kompression. Freilich kann man gedanklich die Selektion der Kolbenring-Toleranzen auch noch auf den Kundengeschmack, die Bevorzugung flotter Autos am Markt, zurückführen. Aber nicht nur ist von der Kolbenring-Toleranz zum flotten Auto noch ein weiter Weg, sondern das Selektions-Maß bleibt auch der Zylinder, und den Ausschuß eliminiert nicht der Markt, sondern schon die Organisation des Werkes. Zudem ist die Windschlüpfrigkeit als eine Adaptierung an die Aerodynamik zu verstehen und verändert die Dichteverhältnisse der Luft höchstens vorübergehend. Die Wirkung ist also eine einseitige: vom Milieu zur Struktur. Der Kolbenring hingegen steht in Wechselwirkung mit den Zylinder-Toleranzen, der Feinschliff des einen brächte ohne den des anderen keinen Vorteil. Er ist, auf die Bedingungen im System bezogen, selbstreferent. Und zuletzt hat der Kolbenring ein anderes Schicksal als die Stromlinie, Er geht mit dem System mit, solange die Bewegungsenergie über ein System der Explosion verdichteter Gasgemische in einem Zylinder zu gewinnen ist. Die Stromlinie ist erst im Milieu höherer Geschwindigkeiten Mode oder von Nutzen geworden, hält sich auch bei Kinder-Tretautos, löst sich aber bei Traktoren wie beim 'Papamobil' (dem Panzerglas-Fahrzeug des Papstes), woran Abbildung 1 erinnert, sogleich wieder rückstandslos auf.

Diese Unterscheidung zwischen den Bedingungen inneren Zusammenhangs, einer Kohärenz im System, und den Bedingungen einer Entsprechung, einer Korrespondenz mit dem äußeren Milieu, kann uns bereits weiterhelfen⁸⁾. Die räumliche Grenze der Wirkungen kann man sich vorläufig vereinfachend mit der Oberfläche des Systems veranschaulichen. Richtiger jedoch ist die Bestimmung der Kohärenzen als selbstreferente Wechselbezüge im System, die mit dessen Schicksal verknüpft bleiben; die der Korrespondenzen als einseitige Entsprechungen mit Außensystemen, welche sie nicht oder kaum beeinflussen, wie sie auch deren zufallsbestimmtem Wechsel unterworfen bleiben.

Was kohärent, selbstreferent, mit dem Schicksal des Systems verknüpft bleibt, erkennen die Biologen aus den Wesensähnlichkeiten oder Homologien verglichener Systeme; wie etwa aus den sich nicht mehr ändernden Merkmalen, z. B. der Wirbelsäule aller Wirbeltiere oder der Chorda dorsalis aller Chordaten. Was korrespondent aus unterschiedlichen Ausgangsbedingungen als die gleiche strukturelle Reaktion auf gleiche Außenbedigungen entstehen kann, nennt man Funktions-Analogien; wie die Federungsweisen der Autos (Abb. 2), die Augen bei Fisch und Tintenfisch oder die Stromlinie bei Fisch und Delphin. ⁹⁾

⁸⁾ In der Biologie ist es nicht gebräuchlich, anstelle der Bedingungen von System-Organisation und Milieu-Adaptierung einfacher von Kohärenz- und Korrespondenz-Bedingungen zu sprechen. Diese Begriffe sind in den philosophischen Wahrheitstheorien geläufig (zur Orientierung Puntel 1983). Ich verwende sie schon hier der Genauigkeit wegen und weil unser Thema auf jene Theorien zulaufen wird.

⁹⁾ Ausführliche fachliche Darstellungen bei REMANE 1971 und RIEDL 1975. In letzterem Buch wird das Homologietheorem aus der Wahrscheinlichkeitstheorie begründet.

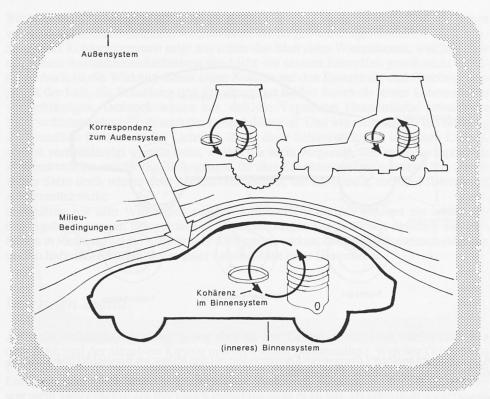


Abb. 1: Korrespondenz und Kohärenz am Beispiel von Stromlinie und Kolben-Kolbenring-Passung. Während die Stromlinie, als Anpassung an das Milieu, erst mit der Geschwindigkeit der Wagen entstand und sich beim Traktor und beim Papamobil wieder auflöst, bleiben Kohärenzen schicksalshaft mit dem Explosionsmotor verbunden.

Milieu, Korrespondenz und Adaptierung

Mit der Einsicht in Adaptierungsvorgänge der Organismen an ihr Milieu hat die Abstammungslehre ihre erste Erklärung gefunden. Und diese Erklärung des Evolutionsvorganges aus mutativer Änderung und selektiver Auswahl durch das Milieu hat man auch fast ein Jahrhundert lang für das wesentliche, wenn nicht für das einzig nötige Erklärungsprinzip gehalten.

Heute verbreitet sich die Ansicht, daß es sich zwar um ein notwendiges, aber durchaus nicht um ein zureichendes Erklärungsprinzip handelt. In dem Sinne, daß Adaptierung als Prinzip zum Verständnis der Evolution zwar nicht zu ersetzen ist, dennoch aber noch andere Mechanismen zur vollen Erklärung der Vorgänge wie des Resultats angenommen werden müssen.

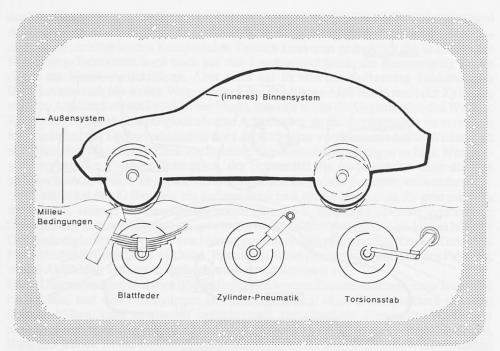


Abb. 2: Formen analoger Lösungen von Korrespondenz mit dem Milieu; am Beispiel der Stabilisierung von Bewegung über unebenem Untergrund.

Nicht zu Unrecht werden die Vertreter der alten Auffassung 'Adaptionisten' genannt; wobei aber hinzuzufügen bleibt, daß bereits Charles Darwin, Carl Ernst von Baer und Ernst Haeckel Kenntnis von Phänomenen hatten und für diese Erklärungen suchten, die aus Adaptierung allein nicht zu verstehen sind. Den Bezug der Entwicklungsprozesse zum Milieu wollen wir darum als ersten näher eingrenzen. Drei Merkmale erscheinen mir für denselben kennzeichnend.

Über Einseitigkeit der Wirkung

Als das Milieu oder die Außenwelt des Systems eines Organismus müssen wir jene Bedingungen auffassen, welche auf die Erhaltungsbedingungen der Art Einfluß haben, vom Einzelorganismus aber nicht oder nur in einer vernachlässigbaren Weise beeinflußt werden.

So hat sich in der Stammesgeschichte der komplexen Sinnesorgane z. B. unser Auge allmählich korrespondierend, mit der Schaffung von Linse, Blende und Projektionsfläche, auf die Lebensvorteile von Fern-Information eingestellt, ohne daß damit die Bedingungen des Lichtes oder der natürlichen Lichtquellen beeinflußt worden wären. Erst mit dem Kunstlicht, das wir entwickelt haben, treten wir etwas über die Grenze zu den kohärenten

Bezüge oder Wechselzusammenhänge, indem wir zwar Licht dort schaffen, wo wir es wünschen, uns aber damit auch wechselweise die Augen 'verderben' können.

Solcherart Kohärenzgrenzen zeigt uns schon das Blatt eines Wiesenkrauts, welches zwar mit seinen Assimilationsfunktionen das Licht vor seinem Eintreffen gewiß nicht beeinflußt. Auch ist die Wirkung dieses einen Krautes auf den Sauerstoff- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die Schaffung und Erhaltung der Böden innerhalb seiner Lebenszeit zu vernachlässigen. Dennoch wissen wir, daß die Vegetation Hauptursache sowohl der Sauerstoffatmosphäre ¹⁰⁾ als auch der Bodenbildung ist. Und wie nicht minder die Wirkung des einzelnen Blattes auf das Licht, im Sinne einer Schattenbildung, in dessen Lebensspanne vernachlässigt werden kann, wollen wir nicht vergessen, daß es überwiegend die Pflanzenwelt ist, welche die Bedingungen für eine Schattenvegetation gesetzt hat, also in langer Sicht doch wieder über Milieubedingungen, die sie schafft, auf die Pflanzenwelt selbst zurückwirkt.

Präzisieren wir also Wirkungen aus der Außenwelt nochmals genauer als solche Erhaltungsbedingungen, bei welchen die Entscheidungen der Selektion einseitig nur vom Milieu in Richtung auf die Adaptierung des Systems wirken; denn Selektionsentscheidungen treffen Individuen kurzzeitig, in jeder Lebensphase jeder Generation.

Über den Zufall

Auch die Zufälligkeit der Begegnung aber hat ihre Grenze. Diese liegt wieder zwischen dem Schicksal der einzelnen Kreatur und dem seiner Stammeslinie. Welcher Gruppe von Fischen, Sauriern oder Stammreptilien es beschieden war, das Land zu erreichen, den Luftraum, oder mit Pelz und Milchdrüsen den Vorteil der 'Kinderstube' der Säugetiere, das war nicht ganz zufällig. Im Rückblick jedenfalls sieht es so aus, als hätte man vorhersagen können, daß dazu die Quastenflosser, die Archosaurier und die Therapsiden ¹¹⁾ besonders geeignet waren. Wir sprechen daher von Prädisposition; nicht von Prädestination. Denn nichts von ihrer Disposition war ihnen als Destination oder Bestimmung, wie der Volksmund sagen würde: in der Wiege gesungen.

In der Bahn zu jenen Dispositionen lagen nämlich ebenso viele Zufälle am Wege wie im Zustandekommen jener neuen Milieubedingungen. Ein unwirtliches Land, ein von Räubern besetzter Luftraum, ein hochtropisches Klima hätte wohl weder Amphibien noch unsere Vögel oder Säuger entstehen lassen. Es genügt, die Betrachtungszeit zu verlängern, um vor Augen zu haben, daß es in der Zeit der Fische, der Saurier oder der Primaten

¹⁰⁾ Die Atmosphäre der Erde hat sich aus reinem Wasserstoffgas mit der Krustenbildung zu einer zweiten der wasserstoffreichsten Gase (neben H₂, H₂S, H₂O, NH₃, CH₄) und mit Reduktion ihrer Dicke und der Assimilation zur dritten Form entwickelt (ein Abriß in Riedl. 1984, Einzelheiten schon in Urey 1952 und Calvin 1969; neuere Darstellungen von Walker 1977 und Schidlowski 1988).

¹¹⁾ Eine Formengruppe der Trias, die in manchen Merkmalen den Stammreptilien ähnlich geblieben war und, man könnte sagen: manches Säugermerkmal 'vorweggenommen' hatte. Daher erweist sich der Reptilien-Säuger-Übergang als besonders gleitend (eine gute Übersicht in ROMER 1966, speziell in BRINK 1972).

unmöglich gewesen wäre, vorauszusehen, daß sich deren Nachfahren einmal vor Raubkatzen der Savanne, vor einer Eiszeit oder einer atomaren Gefahr befinden würden.

Was in solcher Weite der Evolutionsbahnen die Begegnung mit neuen Selektionsbedingungen unvorhersehbar, wir sagen: zufällig macht, das gilt nicht minder für alle Lebensumstände jedes kurzen, individuellen Daseins. Man denke an die Elimination aller Grasschnecken beim Zufall eines Steppenbrandes, an ein Amphib, das unter Sonnenglut nicht mehr zum Wasser findet, einen Frühmenschen, der einem Höhlenbären zufällig allein begegnet, oder der, aus welchen Konstellationen auch immer, von der eigenen Sippe geopfert wird. ¹²⁾

Präziser also ist festzustellen, daß beiderseits der schmalen Phase der Prädispositionen, in langer wie in kurzer Sicht, alle Erhaltungsförderung oder -störung, sei es durch die Begegnung mit der 'nächst grüneren Wiese', sei es durch welche katastrophale oder personelle Selektion auch immer, möglich, aber unvorhersehbar und für das System zufällig ist.

Über Adaptierung

Entscheidender noch als die Bestimmung der Milieubedingungen und entstehenden Korrespondenzen der Binnensysteme nach einseitigen Wirkungen und deren zufallsbedingtem Auftreten ist die Art des Resultats, was wir Adaptierung an das Außenmilieu nennen. Und zwar deshalb, weil der Begriff 'Adaptierung' auch in Fachkreisen noch manche Unbestimmtheit aufweist.

Unter Adaptierung müssen wir die Entwicklung bestimmter Leistungen verstehen, welche die Erhaltungsbedingungen des Binnensystems fördern; von Funktionen, die sich, versteckt oder offen, auch in Strukturen materialisieren. Spricht man dagegen von 'Passung', so kann das sich nahelegende Bild von 'Schlüssel und Schloß' schon ganz irreführend sein. ¹³⁾

Organismen sehen eben nicht so aus wie ihr Milieu. Weder sieht ein Pelz, eine Kralle noch ein Brechzahn wie eine kalte Nacht, ein Beutetier noch wie ein zu knackender Markknochen aus, wiewohl all das zur Bewältigung ebensolcher Existenzbedingungen adaptiert wurde. Dennoch ist es offensichtlich, daß der Fallschirm eines Pflanzensamens oder der

¹²⁾ Hier war von 'katastrophaler Elimination' ohne Selektionswert die Rede, gegenüber 'personaler Elimination'mit den Formen der konstitutionellen, der interspezifischen und der intraspezifischen Selektion, wie dies schon die frühen Darwinisten (sog. 'Altdarwinisten') zu Recht unterschieden (z. B. Ernst Haeckels Nachfolger Ludwig Plate 1925).

¹³⁾ Die Passung der Kopulationsorgane mancher Insekten haben zu dieser Vorstellung Anlaß gegeben; und obwohl diese Differenzierung mit Ursache sein kann für deren große Artenzahl, ist auch diese 'Passung' nicht sehr genau und beruht außerdem eben auf keiner Korrespondenz-Bedingung zum Milieu, sondern auf einer Kohärenz-Bedingung innerhalb des Systems einer Art (spezielle Darstellung von Kraus 1968).

Querschnitt eines Vogelflügels in die Luft paßt, die Linse unseres Auges zur Bildprojektion, die Flosse des Delphins und seine Stromlinienform zum Wasser. 14)

Aber weder sind darin die Gesetze der Aero- und Hydrodynamik noch jene der Brechungsgesetze abgebildet. In welcher Form könnten sie dies auch sein? In der Weise, wie wir Gesetze der Lichtbrechung oder der Grenzschicht-Phänomene in Physikbüchern formalisieren, kann es ja nicht sein. Wie also sonst? In Wahrheit stehen uns also Analogien vor Augen, unsere selbstentworfenen Fallschirme, Flugzeugflügel, Glaslinsen, Paddel und Boote. Aber auch diese Artefakte sehen ja nicht wie die Formulierungen physikalischer Gesetze aus, sondern entsprechen, mit zunehmender Optimierung der Formen, den an sie gestellten Aufgaben.¹⁵⁾

Wir müssen uns selbst in der Frage, ob es in der außersubjektiven Wirklichkeit so etwas wie unsere physikalischen Terme gibt, nicht festlegen. Es ist nicht nötig, anzunehmen, daß beispielsweise Größen wie m und c^2 der Formel Einsteins in der realen Welt eine physische Entsprechung besitzen. Vielmehr ist es das Verläßlichste, festzustellen, daß wir unter Verwendung solcher Terme unsere Prognostik, im Vergleich mit allen anderen uns bekannten Annahmen, verbessert haben. 16

Natürlich übersehen wir nicht, daß etwa die Aufgabe, zu schwimmen, zu tauchen oder zu schweben, in der Technik wie auch in der Stammesgeschichte in verschiedenster Weise gelöst werden kann und auch gelöst wurde. Das gilt auch für die Entwicklung von Ortungs-Einrichtungen, Antrieben und selbst von Festigkeiten. Das ist trivial.

Weniger trivial ist der Umstand, daß auch die beste Linse oder Stromlinie samt ihrer Herstellung durch Versuch und Irrtum durch Mutanten etwas anderes darstellt als jene Gruppe von Termen, welche uns als Anleitung zur Herstellung der jeweils besten Linse oder Stromlinie dient. Zweifellos sind Augenlinse und Stromlinie des Delphins Mitglieder einer anderen Welt als die mit Druckerschwärze in Bibliotheken festgehaltenen Anleitungen für den Linsen- und Stromlinienbau. Und Philosophen haben uns geraten, zwischen Kenntnis- und Erkenntnisgewinn zu unterscheiden; der Stammesgeschichte des Linsenbaues Kenntnisgewinn zu konzedieren, unserer Entdeckung der Gesetze der Optik aber den Begriff des Erkenntnisgewinns vorzubehalten.¹⁷⁾

¹⁴⁾ Diese Beziehung zwischen Anpassung, Passung und Korrespondenz mit dem Außensystem ist also nicht unproblematisch. Wir werden derselben im Rahmen der Korrespondenz-Theorie der Wahrheit wieder begegnen, Vollmer (1985/86) hat den Gegenstand schon berührt. ENGELS (1989, Seite 208) bezweifelt den Indizcharakter der Anpassung für Näherung an die Wahrheit, läßt aber den Charakter einer Faustregel zu.

¹⁵⁾ Man hat zeigen können, daß sogar derlei Optimierungsvorgänge in Natur und Technik dieselben sein können; nämlich durch stetes, probeweises Verändern aller Teile und die Auswahl jeder Optimierung (RECHENBERG 1973).

¹⁶⁾ Im Rahmen der hier zugrundeliegenden Evolutionären Erkenntnislehre sprechen wir darum von einem 'hypothetischen Realismus' (CAMPBELL 1966, LORENZ 1973, VOLLMER 1975, RIEDL 1988). Hier berühren wir das Problem der 'theoretischen Terme' (man vergleiche dazu deren evolutionäre Betrachtung bei OESER 1976, sowie WAGNER 1983 und 1984).

¹⁷⁾ Man erinnert sich der Drei-Welten-Theorie von Sir Karl Popper (z. B. 1974). Zur 'Biologie' des Problems Riedl 1988. Erkenntnis versus Kenntnis wurde im Rahmen des Symposiums zur Evolutionären Erkenntnislehre (Riedl und Wuketits 1987) z. B. von Rudolf Haller differenziert (vgl. die Diskussion Haller-Riedl im Anschluß an Riedl 1987).

Natürlich ist die bewußte Schaffung einer Linse aufgrund von Kenntnis, also der Anwendung einer Koinzidenz formulierter physikalischer Terme, wenn auch nur im Sinne erfolgreicher Prognostik, etwas anderes als das nicht bewußte, phylogenetische Spiel der Selektion über eine lange Reihe verbessernder Mutationen. Aber zum einen ist der schöpferische Zufall auch bei unseren Entdeckungen von Bedeutung. Und zum anderen wird in der modernen Biologie immer deutlicher, daß sich auch in der Evolution der Evolutionsmechanismen erfolgreiche Koinzidenzen von Aufbauanleitungen durchsetzen, ganz analog, wie wir heute sehen, jenen koinzidierenden Termen, die unsere konstruktiven Handlungen anleiten.¹⁸⁾

Die Grenzen zwischen den beiden Formen des Kenntnisgewinns werden sich weiter verwischen. Analogien von Lernen, Voraussicht, Plan und Paradigma sind in der Stammesentwicklung ebenso zu erwarten wie die Beschränkungen und Kanalisationen durch Paradigmen. Der Unterschied wird sich auf unbewußte und bewußte Vorgänge der Prognostik reduzieren, wobei es sich bei beiden letztendlich wieder um eine Analogie von Handlungsanleitungen handelt.

Präziser also müssen wir bei der Rede über Adaptierung, im Sinne der Optimierung einer Korrespondenz von Funktionsbedingungen in bezug auf das Außenmilieu, an Anleitungen zu Leistungen denken, die in Funktionen und Strukturen, ebenso wie in Termen oder Geräten, die Erhaltungsbedingungen eines Systems erhöhen; eines Organismus, seines Verhaltens, seiner Erwartung, Prognose oder seiner Theorie.

Es empfiehlt sich darum, zu beachten, daß wir dabei eine Sprechweise verwenden, welche uns über phylogenetische Vorgänge ebenso wie über solche der Entwicklung von Wissenschaften sprechen läßt; man kann derlei eine Metasprache nennen.

Organisation, Kohärenz und Selbstreferenz

Wie schon erwähnt, reicht die adaptationistische Lösung für eine zureichende Erklärung der Evolutionsphänomene nicht aus. Und tatsächlich hat schon Charles Darwin den Versuch gemacht, der von ihm und Alfred Wallace entdeckten Milieuselektion mit seiner 'Pan-Genesis-Theorie' (in dem Band von 1873) ein zweites, 'inneres' Prinzip hinzuzufügen. Darwins Lösungsversuch hat sich nicht bestätigt. Dagegen aber haben sich mit wachsender Kenntnis die Phänomene vermehrt, die auf eine Lösung nach einem 'inneren' Prinzip drängen. Entsprechend hat es durch das verflossene Jahrhundert an Mahnern vor der bloß adaptationistischen Lösung nicht gemangelt. Vom Hauptstrom der biologischen Forschung aber wurden sie überhört und die Widersprüche übersehen (Übersicht in Riedl. 1975). ¹⁹⁾

¹⁸⁾ Zu diesem Thema vergleiche der Biologe die Darstellungen von RIEDL (1975 und 1977), wieder abgedruckt 1988b), sowie Wagner (1983a, 1984a, 1985, 1986, 1988 und 1988a).

¹⁹⁾ In der Erkenntnistheorie sind die adaptationistischen Lösungen in dem Kleide der alten und neuen Korrespondenz-Theorien der Wahrheit ebenso von Kohärenztheorien erst ergänzt und jüngst sogar überlagert worden. Auch im Zusammenhang mit der hier unterlegten Evolutionären Erkenntnistheorie hat schon Engels (1989, man vergleiche die Seiten 205, 290 und 296) auf diese Entwicklung hingewiesen.

Heute sind es in der Hauptsache zwei getrennt entstandene Ansätze, die neuerdings die Wahrnehmung eines inneren Entwicklungsprinzips fordern und offenbar auch eher wahrgenommen werden. Dies ist der 'biologische Konstruktivismus' und die 'Systemtheorie der Evolution'. Sie operieren mit 'Selbstreferentialität' und 'inneren Selektionsprozessen'; und ihre einschlägigen Phänomene will ich wieder mit drei Merkmalen jenen der Milieu-Anpassung gegenüberstellen.

Über Wechselseitigkeit

Als die Binnenwelt eines Organismus hat man zunächst dessen Organisation vor Augen. Zu Recht wird man an die Wechselbezüge zwischen Herz und Niere, Auge und Sehrinde denken und an alle Regulative, vom proportionierten Wachstum bis zur Steuerung der Schwankungen des Blutdrucks. Es sind immer Wechselwirkungen; und im Gegensatz zur Einseitigkeit aller Wirkungen aus dem Außenmilieu sind im Fluß der Wirkungen im Binnenmilieu stets alle beteiligten Partner gleichzeitig Verursachende wie Betroffene.

In den gegebenen Funktions-Zusammenhängen zur Erhaltung solcher Binnensysteme, und nicht minder bei der mutativen Verbesserung ihrer Erhaltungschancen, wird nie das Herz auf Kosten der Niere oder die Einrichtung zur Blutdrucksteigerung auf Kosten jener seiner

Dämpfung Erfolg haben. Dies ist ein Grundprinzip, wieder mit Grenzen.

Die Grenzen dieses Prinzips kennt der Biologe einmal unter dem Begriff der funktionellen Substitution. Beispielsweise wird ein Großteil unseres Schädels knorpelig angelegt und der Knorpel samt seiner Stützfunktion, stammes- wie keimesgeschichtlich, durch Knochen ersetzt. Ebenso wird etwa die *Chorda dorsalis*, welche noch die Längsachse des Embryos stützt, von der Wirbelsäule ersetzt und deren Stützfunktion bei Schildkröten großteils nochmals durch deren Panzer. Der Wechselzusammenhang der Funktionen bleibt allerdings erhalten, ihn übernehmen nur andere Bauteile.

Ein zweiter Fall ist als der des Funktionswandels anzuschließen. Auf eine solche Weise wird eine Schwimmblase zur Lunge, eine Kiemenspalte zum Ohr, ein Orchideenblatt zur Insektenfalle. Aber in allen bekannten Fällen wird auch hier der Funktionswandel stets durch eine Funktionserweiterung eingeleitet und durch diese erst möglich gemacht. Nie gibt es in den Wechselbezügen der Organisiertheit eine 'Stunde Null'; und nie kann in der Entwicklung, wie Günther Osche treffend sagt, das Schild »wegen Umbau geschlossen« ausgehängt werden.²⁰⁾ Verdeckt oder nicht, die Kohärenz, der Wechselbezug, bleibt als funktioneller Wechselzusammenhang stets erhalten.

Und wie bei der Adaptierung ans Außenmilieu werden wieder keine Gesetze abgebildet, sondern es geht um den Bestand und die Entwicklung systemerhaltender Funktionen, um eine Auswägung der Wechselbeziehungen der Funktionen und Strukturen aller Bauteile; um Abstimmung.

Ich bin in diesem Nachweis unverbrüchlicher Wechselzusammenhänge zur Kennzeichnung

²⁰⁾ Selbst der Umbau der Raupe zum Schmetterling, gewissermaßen hinter der verschlossenen Tür des Puppengehäuses, stellt nur den verkürzten und wegen der Empfindlichkeit abgeschirmten Funktionswandel dar, der in der Geschichte der 'Holometabolen Insekten' gleitend und mit allen Lebensfunktionen im freien Außenmilieu begonnen hat (eine moderne Darstellung im Kapitel 23, Seite 627-662 in WALBOT und HOLDER 1987).

der Binnensysteme ausführlich gewesen, weil diese nicht, wie man erwarten könnte, und wir das zum Zwecke der Anschaulichkeit zunächst vereinfachend sagten, an der Körperoberfläche enden.

Besser sprechen wir von einer 'inneren Binnenwelt', die sich in eine 'äußere Binnenwelt' des Systems erweitern kann.

So, wie sich die Außenwelt 'von der Amöbe bis Einstein', von der Chemorezeption an den Pseudopodien bis zur Radio-Astronomie erweitert, so erweitert sich auch die äußere Binnenwelt schon allein durch die Funktion der Kommunikation, wenn wir Binnenwelt mit den systemerhaltenden Funktionen wechselbedingter Abstimmung definieren.

Dies ist wieder ein Zusammenhang, der uns noch ausführlich beschäftigen wird. Denn man wird vor Augen haben, daß bereits die Abstimmung von Verhaltensweisen eine äußere Binnenwelt der Arten entstehen läßt. Schon der Bau eines Wespennestes ist ein mit der Sinnes- und Stoffwechsel-Physiologie der Wespe abgestimmtes kohärentes System, mit dem sich die Art eine äußere, wechselbezogene Binnenwelt schafft. Ebenso gilt dies für alle zwischen Individuen einer Species abgestimmten Verhaltens- und Handlungsweisen; vom wechselseitigen Erkennen der männlichen und weiblichen Gameten, über die Signale, welche die Kommunikation zwischen Mutter und Kind lenken, ²¹⁾ bis zu jenen Vereinbarlichkeiten oder Konventionen, welche die Semantik und Syntax einer Wortsprache, wie jedes der Verständigung dienende Paradigma einer Population, zur Voraussetzung haben. Präziser unterscheiden wir darum innere und äußere Binnensysteme. Wobei auch die Grenze 'Körperhaut' zwischen den beiden Kompartments des Binnensystemes sich als weniger wichtig erweisen wird als die Grenze zwischen äußerem Binnensystem und dem Außensystem. Kennzeichnend für das Binnensystem als Ganzes ist vielmehr Abstimmung auf der Grundlage einer Wechselkausalität.

Über das Schicksal der Zusammenhänge

Im Gegensatz zu den Außenbedingungen, welche, wie erinnerlich, für Binnensysteme grundsätzlich Zufallsbegegnungen darstellen, werden deren Binnenbedingungen zu einem gemeinsamen Schicksal verflochten. Man denke beispielsweise an das Schicksalshafte der Lösung des Festigkeits- und des Flugproblemes (Abb. 3).

An Lösungen, die einmal etabliert wurden, muß mit einer nachgerade erstaunlichen Weise festgehalten werden. Veränderungen sind eben nur über jene Funktionserweiterung in Richtung auf einen Funktionswandel möglich; wobei schon die Funktion, von welcher eine Funktionserweiterung ausgehen muß, wieder einschränkend auf die Möglichkeiten der neuen Funktionen wirkt.

Solcherart Verknüpfung von Bedingungen der Organisation ist nicht nur weitgehend der Wirkung von Zufall entzogen, sie ist auch in dem Sinne schicksalshaft, als die Ineffizienz jedes Mitgliedes oder Kompartments zu einer Kettenreaktion von Abstimmungsmängeln

²¹⁾ Als Beispiel erinnere ich an jene genetischen Programme, welche die Fütterung von Nestlingen lenken. Bei Singvögeln kennt man signalhafte Ausfärbungen der Mundhöhle, die beim 'Sperren' plakativ auffallen. Und entsprechend ist in der Lebensphase des fütternden Brutvogels ein Programm vorgesehen, das die Bedeutung des Zeichens festlegt (vgl. Riedl. 1988b, Originalarbeit von Tinbergen und Kuenen 1939).

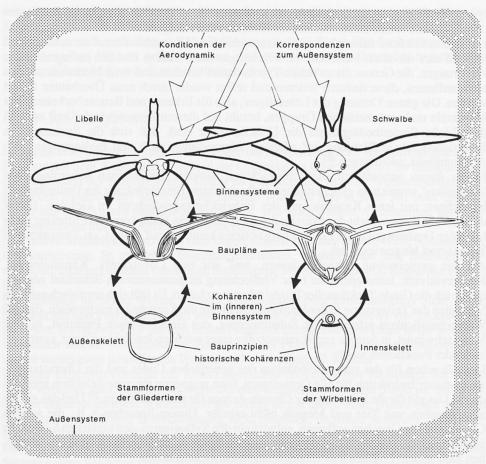


Abb. 3: Kohärenzen als Ursache analoger Lösungen von Korrespondenzen am Beispiel der Konstruktion des Flugapparates bei Libelle und Schwalbe. Zurückgehend auf die Vorbedingungen der Baupläne von Fluginsekt und Vogel, und weiter auf die Bauprinzipien von Außen- und Innenskelett.

führen kann, und damit zum Zusammenbruch der Erhaltung, zur Katastrophe und Auflösung des Gesamtsystems.

Die Fakten, welche uns dieses Phänomen belegen, sind schon den älteren Systematikern und Paläontologen unter den Begriffen der Diagnostischen Merkmale und der Typostasie bekannt gewesen.

Erstere stellten fest, daß das 'Natürliche System' der Organismen mit seiner Hierarchie von systematischen oder taxonomischen Einheiten eben durch ein hierarchisches System sich nicht mehr ändernder Bestimmungsmerkmale erkannt wird: die Chordaten beispielsweise durch die ausnahmslose Anlage der *Chorda*, die Wirbeltiere innerhalb derselben durch die Wirbelsäulen, und die Vögel im Rahmen der Wirbeltiere nochmals ausnahmslos durch Feder und Schnabel.

Letztere ließen uns in den stammesgeschichtlichen Abläufen typogenetische und

typostatische Phasen unterscheiden; was bedeutet, daß auf Entwicklungsphasen der Veränderungen stets solche außerordentlicher Konservativität folgen.

Daran anschließend habe ich nachgewiesen, daß jene Hierarchie darauf zurückzuführen ist, daß sich die alten Merkmale im Prinzip gar nicht ändern und die tiefergreifenden Änderungen, die Genese dieser neuen Typen, darauf beruhen, daß neue Merkmale auf den alten aufbauen, diese dadurch fixieren und selbst wieder durch neue Überbauten fixiert werden. Die ganze 'Ordnung des Lebendigen', also die Erkenn- und Benennbarkeiten aller Merkmale und systematischen Gruppen, beruht auf diesem Binnenprinzip; und zwar in dem Maße Binnenbedingungen die Ursache dafür sind, daß sich die Systeme dem Selektionsdruck in Richtung auf adaptive Abwandlung, nach den Bedingungen des Außenmilieus, widersetzen.²²⁾

In der davon unberührten englischsprachigen Biologie spricht man neuerdings von 'constraints', womit man gleichermaßen die beobachtete Einschränkung der Freiheitsgrade bezeichnet; mit jener Kanalisierung des Entwicklungsgeschehens im Gefolge. Hinter diesen Phänomenen steht das Prinzip, daß ganz allgemein keine komplexe Struktur mehr beliebige Freiheitsgrade der Entwicklung besitzen kann, worauf schon Carl Friedrich von Weizsäcker hingewiesen hat.

Als die gemeinsame Ursache dessen, was wir nun Constraints, Kanalisierung, Konservativität, Interdependenz oder Verflechtung zu gemeinsamem Schicksal nennen, meine ich die Grade 'funktioneller Bürde' erkannt zu haben. Es läßt sich empirisch aus dem Verhalten der Teilsysteme in der Stammesgeschichte die Korrelation nachweisen, daß die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Substituierung, des Ersatzes einer Funktion, in dem Maße schwindet, in dem sie zur Voraussetzung einer wachsenden Zahl weiterer, systemerhaltender Funktionen wurde.

Das gilt schon für das starre Beibehalten des genetischen Codes und die Übersetzungsweise dieser Instruktion für alle Organismen. Eine ungemein rigorose Selektion setzt das durch. Das gilt für die Erhaltung der *Chorda*-Anlage für alle Wirbeltiere.²³⁾ Und das gilt für alle Sprachen von Tier und Mensch nicht minder. Unsere Sprachen z. B., die auf der Grammatik der Griechen aufbauen, entwickeln den Syllogismus, den logischen Schluß. Er ist allen Sprachen außerhalb dieses Einflusses unbekannt, und dieser Umstand hat dieselben ganz andere Logiken und Wertdeutungen entwickeln lassen.

Der Syllogismus, der unserer 'europäischen' Denkweise unterlegt ist, wurde der Art unseres Weltbildes nicht minder zum Schicksal; und zwar mit seinen Möglichkeiten wie

²²⁾ Ausführlich in Riedl. 1975. Man bedenke, daß wir aufgrund solcher Fixierung zwei Millionen Arten, von den Gattungen bis zu den Tier- und Pflanzenreichen, in eine halbe Million höherer taxonomischer Einheiten des natürlichen Systems gliedern. Mit im Durchschnitt zehn bis zwanzig diagnostischen Merkmalen ergibt sich eine Hierarchie aus fünf bis zehn Millionen fixierter Merkmale. In diesem Band auch die ältere Literatur.

²³⁾ Die Chorda enthält die Instruktion für die Gliederung der Muskulatur, diese bestimmt die Anordnung der Wirbel, und diese nochmals die Ordnung der Spinalnerven. Ein Fehler in der Chorda-Anlage führte damit zu einem Chaos des gesamten Rumpfes. Selbst die Instruktionsweise dieser 'Induktions-Vorgänge' erweist sich als 'homodynam'; sie wird von den Embryonen von den Fischen bis zu den Vögeln austauschbar identisch verstanden (Übersicht in RIEDL 1975).

mit seinen prinzipiellen Mängeln. Also auch in diesem Sinne weitet sich die Welt der Kohärenzen wie ein Schicksal weit hinaus über die Grenze unserer Körperlichkeit.²⁴⁾ Präziser also stellen wir fest, daß die Bedingungen der äußeren wie der inneren Binnensysteme zudem dadurch gekennzeichnet sind, daß sie mit zunehmender funktioneller Interdependenz im System ihre Substituierbarkeit verlieren.

Über Selbstreferenz

Im deutlichen Konstrast zu den Bedingungen der Adaptierung oder der Korrespondenz der Systeme mit dem Außenmilieu steht in der Organisation oder Kohärenz im Binnenmilieu das Phänomen der Selbstreferenz. Damit ist gemeint, daß sich die Wechselbezüge zwischen den Systemteilen selbst nur aufeinander beziehen und in ihrer Art oder Qualität nichts mit den Außensystemen zu tun haben, wie immer diese Abstimmung auch zur Korrespondenz mit dem Außensystem durchgesetzt wurde.

Die 'innere Stimmigkeit', so kann man sagen, schafft sich ihre eigene Welt, Sprache oder Harmonisierung. Es entstehen Eigenkonstruktionen, weshalb man jene Betrachtungsweise, die diesem Umstand vorrangige bis alleinige Bedeutung beimißt, Konstruktivismus nennt

Der Gedanke hat seine Wurzel in einer systemhaften oder kybernetischen Sicht in der Psychologie und Psychiatrie; etwa jener von Heinz von Förster, Ernst von Glasersfeld und Paul Watzlawick. Er hat sich in der Folge mit entsprechenden Ideen in der Biologie verbunden und ist von Humberto Maturana und Francisco Varela zu Gerhard Roth immer weiter einer konsistenten Evolutionstheorie angepaßt worden.²⁵⁾

In seiner extremen Form ist der Konstruktivismus dem extremen Idealismus verwandt, wenn vermutet wird, daß unsere Weltsicht eine Konstruktion in dem Sinne ist, daß diese mit der außersubjektiven Wirklichkeit gar nichts zu tun haben muß. Damit kann sie dem Solipsismus und dessen Selbstauflösung nicht entgehen, da dieser annimmt, diese Welt könne auch nur ein Traum sein.

Die völlige Abhebung der Konstruktionen kann natürlich überall möglich werden, wo ein System keiner Selektion durch ein Außensystem unterworfen ist. Beispielsweise können wir uns Beliebiges zusammenreimen, wenn es nicht darauf ankommt, unsere Gedanken an der realen Welt zu messen. In evolutiven Prozessen, die uns hier interessieren, muß das anders sein. ²⁶⁾

²⁴⁾ Literatur dazu z. B. bei Luria 1976, Scribner 1977, Hu Shih 1963, Übersichten in Gipper 1969, C. F. v. Weizsäcker 1982, Hunt 1984 und Riedl 1987a.

²⁵⁾ Eine Zusammenstellung der 'radikalen' Positionen, welche in dieser Strömung eingenommen werden, sowie die weiterführende Literatur, hat S. J. SCHMIDT 1987 herausgegeben. Zudem vergleiche man MATURANA und VARELA 1987, sowie ROTH 1987 und 1987a, eine Übersicht in RIEDL 1988a.
²⁶⁾ Es sei daran erinnert, daß PIAGET in seinem erkenntnistheoretischen Konzept dem, was hier als Kohärenzprinzip verstanden wird, von jeher nahestand. Man vergleiche seine Position (in den Werken von 1950, 1980 und 1983) und seinen Bezug zum Strukturalismus. In Einzelheiten kommen wir auf PIAGET ausführlicher zurück.

Wir selbst erkennen die Selbstbezogenheit der Teile im Binnensystem selbstredend nach deren Qualität. Nichts haben die Basenpaare der Kernsäuren in ihrer Qualität mit den Qualitäten der Lebensbedingungen zu tun, die das Außenmilieu vorschreibt, wiewohl sie die gewonnene Kenntnis über dieselben speichern. So, wie die Qualität der Nervenimpulse, die 'Spikes', nichts mit den Qualitäten Licht, Schall oder Temperatur zu tun haben, wiewohl sie uns über diese informieren.

Worauf es ankommt, das ist die 'innere Stimmigkeit' der Wechselverständigung. Mit welchen Symbolen oder Zeichen diese vor sich geht, das hängt nur von zwei Bedingungen ab. Erstens von der Disposition vorhandener Materialien, die sich für die Etablierung eines Senders, einer Nachricht und eines Empfängers eignen. Das können, wie in unseren Beispielen, die sterischen, d. h. räumlichen Strukturen von Molekülen sein und deren Erkennungsprozesse; oder es sind Zelloberflächen mit der Disposition, Potentiale, d. h. elektrische Ladungen, abzugeben und zu empfangen.

Zweitens aber ist im Evolutionsprozeß das Vorliegen eines jeden selbstreferentiellen Systems nur aus dem Vorteil zu verstehen, den es seinem Träger im Sinne seiner Erhaltungsund Reproduktionsbedingungen bringt. Die Molekülgruppen der Kernsäuren müssen mit den Lebenserfolgen der Körperstrukturen und -funktionen in Beziehung stehen, für welche sie kodieren, ebenso wie die 'Spikes' mit den Nachrichten, die das Gesamtsystem empfängt, oder innerhalb desselben als Kommandos verteilt. Beispielsweise muß die Frequenz dieser Spikes in einem bestimmten Verhältnis stehen zur Frequenz der Photonen, von welchen eine Sehzelle in einem bestimmten Zeitabschnitt getroffen wird.

Dieses sind die Fenster, welche die Evolutionstheorie auch dem radikalen Konstruktivisten auftut, wenn der Erfolg der Systeme mit in Betracht kommt; durch sie dringt Licht – will man es literarischer formulieren – aus der außersubjektiven Wirklichkeit in die subjektivistische Dämmerung; durch die Fenster im Spiegelkabinett des Solipsisten.²⁷⁾

Und nochmals machen die Bedingungen und Eigenschaften der Selbstreferentialität nicht an der Haut, an den Grenzen des inneren Binnensystems, halt. Sie gelten nicht minder im äußeren Teil des Binnensystems. Und sie machen uns dessen Grenzen gegen das Außensystem ebenso deutlich wie die Wechselseitigkeit der Ursachen und die Schicksalhaftigkeit, mit welcher sie an den Binnensystemen haften.

Die Art der Mundhöhlen-Ausfärbung von Singvögeln, von welcher schon die Rede war, hat mit Hunger so wenig zu tun wie die Wahrnehmung einer bunten Symmetrie mit der Aufforderung, dorthin zu füttern. Es genügt der Erfolg der Verständigung mit Hilfe solcher Symbole. Gleicherweise hat das wiederholte Absingen der Strophe eines Vogelgesanges qualitativ nichts mit dem Hinweis gemein, daß hier ein Revier besetzt ist und notfalls verteidigt werden würde.

Ebenso ist Grammatik von anderer Qualität als das, was sprachlich mit ihrer Hilfe mitgeteilt wird. So hat die Bildung des Plurals im Deutschen mit dem Geschlecht und der Beugung des Substantivs zu tun, also ganz anderen Qualitäten, als dies etwa eine bildliche Vorstellung von den gleichen Sachverhalten enthielte. Dasselbe gilt für die Kohärenzen in der Industrie (Abb. 4). Es genügt der relative Erfolg möglicher Verständigung; vielfach

²⁷⁾ Zur ausdrücklichen Position des Solipsismus zitiert man Stirner 1866. Evolutionäre Stellungnahmen dagegen findet man bei Popper 1974², Riedl. 1988, Wuketits 1978, eine Diskussion in Riedl und Wuketits 1987, eine Übersicht in Wuketits 1987. Er wird nicht durch die Vernunft, sondern durch das Leben widerlegt.

wieder über den Lebenserfolg; eine Verständigung über die als real gedachten, das Leben betreffenden Umstände in der außersubjektiven Welt.

Verstärkt noch gilt dieses Kohärenzprinzip in den formalen Sprachen, der Mathematik und Logik. Es hat deren Entstehung auch das Unbefriedigende der Abstimmungs- und Präzisionsmängel der Umgangssprache Pate gestanden; und es ist der Wunsch nach Widerspruchsfreiheit ihrer Kohärenzen, der sie sogar von der 'schmutzigen Wirklichkeit' hat abheben lassen.²⁸⁾

Präziser also ist festzustellen, daß neben der Wechselabhängigkeit und der Schicksalsgemeinschaft auch die Selbstreferentialität die Binnensysteme, innere wie äußere, von den Außensystemen trennt; und daß diese Selbstreferenz von anderer Qualität schichtenweise jeweils mit Symbolen für das codiert, wofür sie der erfolgreiche Ausdruck ist.

Die Kohärenz der Korrespondenzen

In den vorangegangenen Kapiteln ist es mir darauf angekommen, Korrespondenz- und Kohärenz-Phänomene der Evolution eindeutig zu trennen. Im Wesentlichen waren sie mit Hilfe dreier Merkmalspaare diagnostisch gegeneinander abzugrenzen.

Dabei war festzustellen, daß die Korrespondenzen eines Systems mit seinem Außenmilieu gekennzeichnet sind durch einseitige Wirkungen auf das System, durch Zufallsbegegnungen mit den Bedingungen des Außensystems und durch ein Ergebnis, das wir Adaptierung nennen. Dementgegen waren Kohärenzen im inneren wie im äußeren Binnensystem durch Wechselseitigkeit der Wirkungen, durch notwendige, schicksalshafte Festlegung der Verknüpfungen und durch eine Selbstreferentialität in der Abstimmung der resultierenden Organisation gekennzeichnet.

Was der Biologe Adaptierung nennt, kann man auch einen Kenntnisgewinn hinsichtlich der Bedingungen des Außenmilieus nennen; in dem Sinne wir die Evolution der Organismen überhaupt als einen kenntnisgewinnenden Prozeß betrachten können. Und sobald sich dieser Prozeß mit dem Bewußtsein des Menschen verbindet, sprechen wir von schöpferischem Lernen, vom Gewinn von Erkenntnis.

Das ist mit der Fortentwicklung des biologischen Begriffs der Organisation anders. In einer merkwürdigen Weise erscheint uns die nicht minder erstaunliche Leistung, welche die Evolution auf dem Gebiete der inneren Abstimmung etabliert hat, als nicht im gleichen Maße spektakulär. Und es ist paradox, daß es wohl gerade die Sicherheit und noch ganz unerfaßte Komplexität dieser Leistungen ist, die sie uns als selbstverständlich erscheinen läßt. Dabei halte man sich vor Augen, welcher uns noch gar nicht vorstellbaren Dimensionen der Abstimmungen es bedarf, daß aus einer Kette von Kernsäuren im Hühnerei mit großer Sicherheit ein lebensfähiges Kücken entsteht. Diese Leistung mag jene der Adaptierung, der Programme, die das Futterfinden, Feindvermeiden und die Vermehrung dieses Huhns steuern, sogar weit übertreffen.

²⁸⁾ Mit der Entwicklung des Gegensatzes zwischen den Formen der empirischen gegenüber den logischen Wahrheiten, welcher hier schon vorausgreifend berührt wird, werden wir uns noch ausführlich beschäftigen.

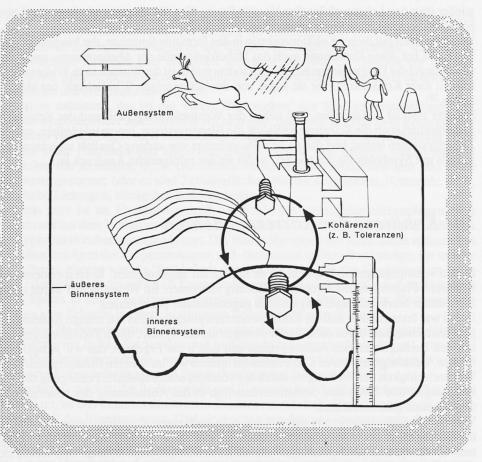


Abb. 4: Kohärenzen des inneren und äußeren Binnensystems am Beispiel von Gewindenormen, die nicht nur innerhalb eines Produktes, sondern auch außerhalb desselben, in der Serie einer Produktionsstätte, eingehalten werden müssen.

In der Fortführung dieses Phänomens hat auch die Entwicklung sozialer Kommunikation, wie unserer Sprache, selbst jene unserer Logik und Mathematik einen anderen Charakter. Er ist dem Begriff der Erfindung näher als dem der Entdeckung, dem des Konstruktionsgewinns näher als dem des Erkenntnisgewinns.

Diese Reflexion ist empfohlen, wenn es nun noch um die Frage geht, in welcher Weise in der Evolution auch eine Abstimmung zwischen den gewonnenen Kenntnissen lebenserhaltende Bedeutung gewinnt.

Über die Abstimmung der Kenntnisse

Ich beginne mit einem wohlbekannten, nachgerade trivialen Beispiel, der Umkehr-Reaktion des Pantoffeltierchens. Denn schon dieses bringt uns schneller, als es sich in einer solchen Ableitung empfiehlt, in einen Bereich durchaus nicht trivialer Erkenntnisfragen. Stößt dieses Wimperinfusor mit seinem Vorderende an ein Hindernis, so verbreitet sich ein molekularer Befehl durch die Zelle, der den Wimperschlag kurzzeitig umkehrt, dann einseitig macht, bis der Vortrieb wieder einsetzt. Die Konsequenz ist Retourgang, Wendung und Fortsetzung des Kurses; die einfachste Vermeidungsweise dessen, was wir aus der Übersicht, hier auch beim Blick in das Mikroskop, als Hindernis erkennen.

Was uns an diesem Vorgang hier interessiert, ist der Umstand, daß dieser Einzeller das ein jedes Mal tut, sobald eine Kollision von solcher Art auftritt. Man ist zu sagen verleitet: er rechnet mit einer konstanten Welt. Der Weg unserer Einsicht verläuft, soweit unsere Theorie reicht, freilich umgekehrt.

Sofern wir unserer Einsicht in Evolutionsmechanismen trauen dürfen, ist ja folgendes anzunehmen: Ein solches erbliches Programm kann in einem Organismus nur entstanden und erhalten geblieben sein, wenn es Erfolg hat. Das heißt, nicht nur eine einzige störende Situation überwinden zu können, sondern prognostisch auf eine lebensstörende Situation stets richtig, also systemerhaltend, zu reagieren. Die Möglichkeit richtiger Prognostik muß uns aber schon in dieser Ebene phylogenetisch molekularen Lernens eine für solcherart Situationen konstante Welt voraussetzen lassen.

Was nun hier für einen Einzeller und die Prognose eines Hindernisses gilt, das bestätigt sich in allen genetischen Lernprodukten über alle Reflexe der Vielzeller bis in die ganze Hierarchie der angeborenen Instinkthandlungen der höheren Organismen. Es schließt sogar die ganze Prognostik aller lebenserhaltenden erblichen Prozesse und Verhaltensweisen ein. Jenseits dessen, was sich in diesen Leistungen spiegelt, kann es auch nichtkonstante Anteile in dieser Welt geben. Über sie kann mittels der vorliegenden Argumente nicht geurteilt werden.

Freilich hätte ich auf diesen Zusammenhang schon bei der Darstellung der Korrespondenz des Organismus mit seinem Milieu eingehen können. Er gilt für das ganze Korrespondenzphänomen. Aber bei der vorliegenden Betrachtung solcher Kohärenzen im Gebiet der Korrespondenz wird er noch wichtiger. Das wird sogleich sichtbar, wenn wir uns der Prognostik komplexerer Merkmale des Außenmilieus zuwenden.

So einfach und plakativ die angeborenen Auslösemechanismen für richtiges Reagieren auch sein müssen, schon beim Frosch zeigt es sich, daß die Merkmale, die den Flucht- oder aber den Schnappreflex auslösen, zusammengesetzt sind. Am verläßlichsten wird zugeschnappt, wenn sich ein kleines Objekt in langsamer und horizontaler Bewegung auf der Netzhaut abbildet; am verläßlichsten geflüchtet, wenn sich ein großes Netzhautbild schnell und vertikal bewegt²⁹⁾. Wieder wird man sogleich vor Augen haben, wie sich wohl ein fetter Käfer oder aber ein hungriger Raubvogel bewegt.

Was sich nachweisen läßt, das ist jedenfalls die Wirkung der Koinzidenz von klein, langsam und horizontal versus groß, schnell und vertikal. Zum notwendigen Postulat einer

²⁹⁾ Über Angeborene Auslösemechanismen orientiert man sich am kompetentesten bei Lorenz 1978. Literatur zum 'Sehen' des Frosches von Barlow 1953 bis Grüsser-Cornhels, Grüsser und Bullock 1963 (dort auch die weitere Literatur).

konstanten Welt beginnt sich die Notwendigkeit des Postulats einer auch widerspruchsfreien Welt anzudeuten; freilich erst für die Argumentationsweise unseres Sprechens.

Wir werden sehen, daß dieses Postulat noch wesentlich weitere Stützung aus der empirischen Erfahrung gewinnen wird. Denn selbstredend beruht allein schon die Möglichkeit jedes weiteren, assoziativen Kenntnisgewinns auf der Prognostizierbarkeit von koinzidierenden Merkmalen. Man bedenke, unter welchen Verknüpfungen von Kennzeichen ein Vogel sein Nest wiedererkennt, oder ein Hund die Angriffslust eines Rivalen.

Das scheint so weit zu gehen, daß beim Auftreten von Widersprüchen in der sinnlichen Wahrnehmung sogar Warnsignale erblich vorbereitet sind. Wir können selbst an uns noch beobachten, wie einem bei Widersprüchen z. B. optischer versus statischer Empfindungen

regelrecht übel wird; im Zauberkabinett oder bei Seegang.³⁰⁾

Aber auch bei Widersprüchen in der Alltagserfahrung finden wir uns in der Regel ganz automatisch alarmiert; also ist es kein Wunder, daß wir widersprüchlichen Ergebnissen in der Forschung entweder sogleich mißtrauen oder aber den Widerspruch verdrängen, falls er droht, im gepflegten Paradigma unserer Weltanschauung Ratlosigkeit zu erzeugen und somit nicht minder Unwohlsein anzurichten. Auch wir rechnen folglich mit einer geordneten Welt, einer widerspruchsfreien Kohärenz der Korrespondenz unserer an ihr gemachten Erfahrung.

Vom Zufall zum Schicksal und zurück

Ein kohärentes Binnensystem, ein in sich abgestimmter Organismus, scheint also auf ebensolche Kohärenz, Abgestimmtheit oder Verträglichkeit der Komponenten seines Außensystems bauen zu müssen; auf eine, wie wir es erleben, widerspruchsfreie Kohärenz seiner Prognosen über die ihm zugängliche und relevante Außenwelt. Verbirgt sich darin eine Zirkularität? Wird die Außenwelt von uns aufgrund einer nur widerspruchsfrei funktionsfähigen Organisation von Organismen auch auf äußere Widerspruchsfreiheit zurechtgemacht? Oder ist, weniger radikal, dem Organismus nur das Widerspruchsfreie in seiner Außenwelt zugänglich?

Hinsichtlich dessen, was in dieser Außenwelt dem Organsimus zwar nicht widerspruchsvoll, aber doch als zufällig erscheinen muß, ist dies so. Nur von der Stetigkeit oder Gesetzlichkeit dieser Außenwelt kann er lernen, das heißt, durch richtige Prognosen seine Erhaltungsbedingungen sichern. Entgehen ihm aus ähnlichen Gründen die einander aus-

schließenden Bedingungen?

Ein Urteil darüber scheint erst möglich, wenn man untersucht, auf welche Weise in der Evolution die Kohärenzen der Binnensysteme, über die Entstehung der Korrespondenzen mit den Außensystemen, in diesen wieder auf Kohärenzen treffen. Kurz: Wie die Binnenkohärenzen den Außenkohärenzen begegnen.

Zum Zwecke dieser Übersicht erinnern wir uns der jeweils drei diagnostischen Hauptmerkmale der Kohärenzen und Korrespondenzen; Wechselseitigkeit-Schicksal-Selbstreferenz versus Einseitigkeit-Zufall-Adaptierung.

³⁰⁾ Die Sinne scheinen die Widersprüche auch kompensatorisch wieder auszugleichen. Mancher mag die Erfahrung bestätigen, daß nach langer, rauher Seefahrt, die adaptiv überstanden, endlich an Land, nun paradoxerweise dieses uns (bis an die Grenzen zum Übelwerden) zu schaukeln scheint.

Also trifft jedes Binnensystem, sobald es eines ist, mit seiner wechselseitigen Selbstreferenz auf die Einseitigkeit geforderter Adaptierung; seine schicksalshaften Notwendigkeiten in einer Zufallsbegegnung auf neue Anforderungen. Aber gleichzeitig ist seine wechselseitige Selbstreferenz als Reaktion auf die einseitig geforderte Adaptierung entstanden und selbst wieder notwendiges Schicksal für die Begegnung mit neuer Zufälligkeit.

Gewiß also führten Kanalisation oder Constraints, wie in allem Schicksalshaftem, zu einer Begrenzung der Möglichkeiten bei einer Begegnung mit dem Zufall. Innerhalb dieser Grenzen aber ist dem Zufall noch immer reiches Spiel gelassen. Und zwar so, daß bei der Überfülle von Zufallsbegegnungen entlang der Bahnen der Evolution, sowie der steten Erweiterung des erreichbaren Außenmilieus, von der Reaktion auf den ganz nahen, Zucker durch ein Bakterium bis zu der auf die ganz ferne Nebelflucht im Kosmos durch die Theorie eines Astronomen, doch wieder jeglicher Zufall der Begegnungen möglich scheint.

Die Notwendigkeit des Zusammentreffens von widerspruchsfreien Binnen- und Außenkohärenzen wird darum eher aus dem Umstand zu verstehen sein, daß die widerspruchsfreie Binnenorganisation eine Konsequenz jener widerspruchsfreien Welt ist, aus der sie entstand und deren Teil sie auch stets geblieben ist. Aber freilich gilt dies nur für solche Außenkohärenzen, welche nach unserer Erfahrung mit Binnenkohärenzen verbunden sind und von diesen vorausgesetzt werden müssen.

Das bedeutet nun nicht, daß es in den Binnensystemen keine Widersprüche gäbe. Man denke nur an den Widerspruch, der als 'Welle-Teilchen-Dualismus' bekannt ist; da Quanten wechselweise in beiderlei Formen erscheinen. Selbst in diesem Falle zweifeln wir weniger an einer Widerspruchsfreiheit der Außenwelt als vielmehr an der Adaptierung unseres Vorstellungsvermögen an den Bereich mikrophysikalischer Prozesse. Schicksal selbst muß als eine mögliche Quelle für Widersprüche angesehen werden. Deshalb habe ich diesen in der Biologie unüblichen Ausdruck auch gewählt. Was wir nämlich im Zeitablauf lebendiger Systeme als schicksalhaft empfinden, ist ja nur die Folge der Richtungshaftigkeit dieses Geschehens. Die damit verbundene Kanalisation schließt eben Lösungs- und Adaptierungsmöglichkeiten aus und kann damit zu Lebensproblemen führen, die nicht aus der Situation des Augenblicks zu verstehen sind. Und dies ist der Grund, warum uns im menschlichen Bereich Schicksal als unverdient erscheint.³¹⁾

Man kann dies auch Adaptierungsmängel nennen; Mängel an Korrespondenz, wie der Kohärenzen im inneren und äußeren Binnensystem. Diese gehen allerdings nicht auf Mängel des Selektionsdrucks oder der Motivation zurück, sondern auf Hindernisse, die aus der Geschichte der Trends und Constraints von Kohärenzen zu verstehen sind; eben aus dem Schicksal der Entwicklung eines Binnensystems.

Wir werden diese kennen und verstehen lernen, entweder als 'Sackgassen' der Evolution, oder von Theorien und Weltbildern. Oder aber, im Überwindungsfall, als Umstrukturierung von Konstruktions- und Funktionstypen im Reich der Organismen, sowie als Paradigmenwechsel im Rahmen von Kultur.

³¹⁾ Umgekehrt kann sich eine Kanalisierung für die Lösung eines neuen Lebensproblems auch als überraschend prädisponiert erweisen. Auch dies wird als unverdient empfunden. Allerdings nur von jenen Konkurrenten, welche das Schicksal mit einer solchen Prädisposition nicht ausgestattet hat.

Teil 2 Die Evolution des Für-Wahr-Nehmens

Im folgenden kommt es darauf an, für die Probleme und Widersprüche in dem, was wir meinen für wahr und für wahrscheinlich halten zu können, Lösungsansätze aus der Geschichte unserer eigenen Organisation zu finden; als eine evolutive Betrachtung biologischer Systeme.

Diese Untersuchung hat folglich, wenn auch in knapper Form, mit der Darstellung jenes Kenntnisgewinns zu beginnen, der, über das 'Lernen der Gene', unsere Lebensfunktionen aufgebaut und unsere Fähigkeit zur Kommunikation vorbereitet hat. Aus diesen Vorbedingungen wird dann die Art unseres Lernens im engeren Sinne zu verstehen sein; das unbewußte, das bewußte und, aus diesen, die Art des Kenntnisgewinns unserer Kultur.

Diese Schichten folgen nun nicht nur zeitlich aufeinander, sie sind Stufe für Stufe auch einander Vorbedingungen; in dem Sinne, die Eigenart der Strukturen und Funktionen einer jeden neuen Phase nicht ohne ihre Vorläufer verstanden werden kann. Zwar entstehen stets neue Systemqualitäten, die aus den Vorbedingungen nicht vorherzusehen sind. Aber das, was in ihnen möglich ist, wird begrenzt durch die Schranken dessen, was die vorausgehenden Strukturen und Funktionen an Dispositionen zulassen, worin sie sich also als prädisponiert erweisen.

Freilich kommt es in aller Stammes- und Individualgeschichte auf das Überleben an. Aber dies ist nicht nur aus Adaptierung zu verstehen; aus einer eben zunehmenden Korrespondenz mit dem sich erweiternden Milieu. Vielmehr kommt es auch auf funktionierende Organisation an, auf Abstimmung, Stimmigkeit; also Kohärenz im komplex werdenden Inneren des Systems.

Solche kohärenten Konstruktionen, wie diese die Geschichte unseres Stammes, dann die des Wahrnehmens, Denkens und Sprechens begleiten, werden zu den Vorbedingungen unserer Kultur. Und sie alle bedingen Schritt für Schritt Grenzen, Kanalisationen des Möglichen, constraints, die schicksalshaft unsere Geschichte begleitet haben und weiter an uns haften; und sie sind selbst wieder die Bedingungen für die Möglichkeiten der Korrespondenz, der handelnden Entsprechung, wie des uns Verstehbaren gegenüber dem, was wir Außensystem, Milieu oder die außersubjektive Wirklichkeit nennen.

So ist mit Umsicht vorzugehen. Keine wichtige Phase ist zu überlaufen. Auch müssen wir uns bescheiden, zunächst nur vom erfolgreichen Wahrnehmen und vom Für-Wahr-Halten zu sprechen; bis wir dann ausführlicher jene constraints ableiten dürfen, die in unserer Kulturgeschichte die Formen dessen bedingen, was wir, in so verschiedener Weise, für wahr und für wahrscheinlich halten.

Vom Molekül zum Lernen der Moleküle

In einer ersten Schichte ist die Evolution jenes Kenntnisgewinns zu betrachten, der allein durch mutative Änderungen des Erbgutes und die Wirkung der Selektion zustande kommt; und, nochmals, beschränkt auf das Individuum. Die Evolution der Kommunikation zwischen Individuen verdient eine getrennte Behandlung.

Freilich ist auch dies noch ein weites Gebiet, wenn man bedenkt, daß so gut wie alle unsere Körperstrukturen und -funktionen über diesen Mechanismus entstanden sind; von den komplexen Einrichtungen der Energiegewinnung einer jeden unserer 10^{12} (Billionen)

Zellen bis zur Durchstrukturierung von Gehirn und Sinnen.¹⁾

Ich werde darum nur die wesentlichen Phasen herausgreifen, welche die Evolution des Für-Wahr-Haltens betreffen, beziehungsweise diese als notwendige Vorstufe vorbereiten; zunächst das Wechselspiel der Bedingungen bei der Entwicklung qualitativ neuer Stukturen und Funktionen. Dann will ich darstellen, was diese für den Aufbau des Bezuges zur Welt bedeuten; und zuletzt, welche Konsequenzen dies für die Möglichkeiten der Folgeschichten hat.

Systemerhaltung und Selbstorganisation

Was das Wechselspiel beim Entstehen qualitativ neuer Strukturen und Funktionen betrifft, so wollen wir uns gleich des Spieles zwischen Kohärenzen und Korrespondenzen erinnern, des Wechsels von Prädisposition, Adaptierungschancen und Organisation in der Folge. Dies gilt schon für die Phase der Lebensentstehung. Als einige Stellen der Kruste der jungen Erde unter 100 °C abgekühlt waren, begann die Entwicklung der Urmeere, vor rund vier Jahrmilliarden. Die in den massiven Schwefelwasserstoff-Methan-Gewittern ins Meer gewaschenen Verbindungen wurden komplexer und energiereicher und erlaubten bald autokatalytische Prozesse. Ketten solcher Moleküle, Ribonukleinsäuren, begannen zu replizieren. Sie brachten die Disposition für Vermehrungsprozesse mit sich, also für Massenprodukte gleicher Sorte, die Protospecies, und legten damit die Grundlage einer Evolution der Arten über Massenindividuen.

Und noch eines wird sofort deutlich, daß nämlich diese Ribonukleinsäureketten und die sich ihnen anschließenden Mechanismen der Ablesung und Übersetzung der Abschriften in die Eiweiße der Zellen bereits selbstreferent sind und von völlig anderer Qualität als die Lebensfunktionen, nach welchen die Selektion im Milieu ihre Entscheidungen trifft. Selbst

¹⁾ Um sich eine deutlichere Vorstellung vom Informations- oder Instruktions-Gehalt unseres Organismus zu machen, sei erwähnt, daß es 10²⁸ bit (also Binärentscheidungen, z. B. eines Computers) bedürfte, um die für uns lebenswichtigen Moleküle auszulesen und an die richtige Stelle zu bringen (vgl. Dancoff und Quastler 1953, Quastler 1964, Riedl. 1975). Das ist etwas mehr, als die Bibliotheken der Menschheit zusammen enthalten.

der Umstand, daß die Abschriften aus 'Triplets', Dreiergruppen der verketteten Moleküle, übersetzt werden, hat mit der Qualität der Eiweiß- und Zellstrukturen nichts zu tun. Es sind Symbole im Gedächnisspeicher der Zellfunktionen der Species; zutreffend sagt man: sie kodieren für diese.²⁾

Damit hat sich die Disposition von Molekülen zu autokatalytischen Prozessen, also die anorganische Welt, als prädisponiert erwiesen, dem Leben ein molekulares Zellen- und Artgedächtnis zu schaffen. Ein erstaunlicher Fortgang. Gleichzeitig aber legt sich eine Gedächtnisart mitsamt ihrem ganzen Kanon fest, die nichts mehr in der Evolution zu verändern mochte. Das Bezeichnende trennt sich früh vom Bezeichneten; und jede versuchte, tiefgreifendere Änderung mußte mit der Auflösung des Individuums enden.

In einer zweiten Phase interessiert uns die Evolution der Reizbarkeit und der Reizleitung von Plasma und Zellen. Man erinnert sich der Umkehr-Reaktion des Pantoffeltierchens. Die Berührung des Vorderendes zeigt die Zellmembran disponiert, eine Nachricht über die ganze Membran zu senden. Wir kennen dies auch noch von unserer Muskelfaser, da ein lokaler Reiz wie eine 'Lauffeuer-Nachricht' entlang der Zellmembran die ganze Faser kontrahieren läßt.

Die Reizbarkeit ist weiter zur Entwicklung der Reizleitung disponiert. Diese beruht bekanntlich darauf, daß Zellen in stofflich kodierter Form Nachrichten ausschütten, welche anderen Zellen als Instruktion 'verständlich' sind; d. h. auf welche diese dem Lebenszweck entsprechend richtig reagieren. Gut bekannt ist das von den innersekretorischen Drüsen, die z. B. über den Blutstrom weite Teile des Gesamtkörpers instruieren. Ähnlich versteht man heute die Evolution der Nervenzelle, mit der entscheidenden neuen Leistung, die Instruktion gezielt, über weitere Zellen, und nunmehr gebahnt, weiterzugeben. Dabei beruht die Nachricht wieder universell auf einem Molekültransport mit den schon erwähnten 'Spikes' im Gefolge. Universell bleibt dies auch die einzige Alternative: Spike oder kein Spike pro Zeiteinheit. Man sagt: die Nervenzelle 'feuert' oder sie 'feuert nicht'. Nur die Leitungsgeschwindigkeit innerhalb der Nervenfaser und die Isolation des Leiters kann evolutiv noch verbessert werden. Der Spike selbst und sein Alles-oder-nichts-Prinzip erweist sich als nicht mehr substituierbar und uniform, gleich in welchem Tier und gleich, ob mit seiner Hilfe unsere Bewegung gesteuert wird, unser Sehen oder unser Hören. Es bleibt bei demselben Symbol; und der Auftrag der Nachricht wird nur durch die Bahnen definiert, entlang welcher die Spikes verlaufen.3)

In einer dritten Phase erweisen sich nun diese Erregungsbahnen dafür disponiert, feste 'Verdrahtungen' nach erblichen Anlagen zu entwickeln. Dabei bedarf es in der Regel wohl stets äußerer Stimulation, also einer Anregung durch eine entsprechende Aufgabe durch das Milieu; die Art aber, in der die Verknüpfung entstehen kann, erweist sich als festgelegt. Dies ist wieder ein Zusammenhang von Interesse. Die Kohärenz innerhalb des Systems, die zwar aufgrund von korrespondenten Erfolgen gegenüber dem Milieu entstanden sein

²⁾ Diese Einsichten sind längst erhärteter Lehrbuchstoff. Zum Nachschlagen empfiehlt sich Bresch und Hausmann 1970, englisch Watson 1970, die modernste Darstellung von Alberts et al. 1983.

³⁾ Der Nichtbiologe orientiert sich in jeder einführenden Darstellung der Neurophysiologie. Der Biologe sei in bezug auf das Pantoffeltier auf Hinrichsen und Schultz (1988) verwiesen, in bezug auf die Theorie von der Entstehung der Nervenzelle auf Fujta et al. (1980) und Epple (1982).

muß, bedarf nochmals einer Korrespondenz mit Stimuli aus dem Milieu, um sich ausbilden zu können, aber eben nur innerhalb der schon festgelegten Kohärenzen.⁴⁾

Dies ist die Phase, in welcher jene ganze Fülle von Regulativen, Steuerungen und Anleitungen entsteht, welche die Gebiete der Neurophysiologie, Neuroethologie und der Erforschung angeborener Verhaltens- und Interpretationsweisen beschäftigt. Diese reichen von den unbedingten Reflexen über die Steuerung des gesamten Bewegungsapparates bis in die ganze Hierarchie der Triebhandlungen und Instinkte, und zu unseren angeborenen Hypothesen als die stammesgeschichtlichen Vorbedingungen unserer Vernunft.

Auf die letzteren ist noch zurückzukommen. Was uns aber schon hier interessiert, ist der Umstand einer Entwicklung all dieser Systeme aus dem rein mutativ-selektiven Kenntnisgewinn zu einer Kohärenz zwischen richtiger (korrespondierender) Wahrnehmung und richtiger (korrespondierender) Reaktion oder Handlung; sowie deren Niederschrift in Kohärenzen, die nicht mehr geändert, oder nur über Funktionserweiterungen adaptiert oder überbaut werden können.

Zu diesen Verdrahtungen gehören entsprechende sensorische Filter, die aus der hereindrängenden Fülle an Nachrichten solche möglichst eindeutiger und darum einfacher 'Merk'-Male herauslösen, welche die erforderliche Reaktion am verläßlichsten auslösen. Dieses System aus Verdrahtungen und Filtern kennt man als die AAM, die Angeborenen Auslösemechanismen. Man erinnere sich des einfachen Beispiels der Reaktionen des Frosches. Im kommunikativen Verhalten werden uns komplexere AAM begegnen.

Die Evolution vom Finden des Richtigen

Schon in dieser ersten Schichte, im stammesgeschichtlichen Kenntnisgewinn, berühren wir einen Grad der Komplexität, der den Begriff des 'Wahr-Nehmens' rechtfertigt. Das System aus 'Verdrahtung' und Filter beim Frosch, um der Kürze halber bei diesem Beispiel (von Seite 39 und Abb. 5) zu bleiben, schaltet bei der raschen Vertikalbewegung eines großen Netzhautbildes zu Recht auf Flucht. Diese Reaktion ist in dem Sinne richtig, als das Zuschnappen in solchen Fällen falsch wäre. Falsch in der ganz elementaren Bedeutung von stets erfolglos bis zumeist lebensgefährdend, systemzerstörend.

Wir müssen annehmen, daß das Programm aus der Disposition zur Verknüpfung einer Reiz-Situation mit einem Bewegungsablauf mutativ durch Versuch und Irrtum entstanden ist. Und zwar so, daß unter allen Versuchen jene Lösung übrigblieb, die unter den gegebenen Dispositionen beim 'Erfinder' (der Mutante) und den meisten seiner Nachkommen auch in den meisten Problemfällen noch am erfolgreichsten war. Betrachten wir vorerst das 'zumeist', wie es hier wiederholt zu verwenden war.

Beim Beispiel vom Frosch, so darf ich erwarten, wird es nicht wundernehmen, daß er sich oft irrt. Solche Irrtümer haben gewöhnlich zweierlei Ursachen; solche, die auf die Grenzen

⁴⁾ Konrad Lorenz verwendet schon seit 1935 den Begriff der 'Angeborenen Lehrmeister'. Dies trifft diesen Zusammenhang ganz vorzüglich; und besser, als man es damals wissen konnte. Der Lehrmeister ist zwar angeboren, muß aber aufgefordert werden, seine Lehre mitzuteilen. Eine Übersicht der Entwicklung des Begriffes findet man bei SCHLEIDT (1962).

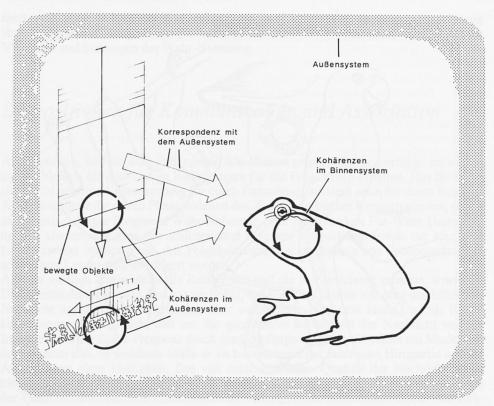


Abb. 5: Kohärenz-Korrespondenz-Beziehung am Beispiel der Reaktionsweisen des Frosches auf zweierlei Bewegungs-Typen in seiner Wahrnehmung. Auf die Kohärenzen von schnell, groß und vertikal (Feind?) versus langsam, klein und horizontal (Nahrung?) wird mit jeweils kohärenten Programmen, 'Flucht' versus 'Zuschnappen', reagiert.

möglicher Korrespondenz mit dem Außensystem zurückgehen, und solche, die mit dem Außensystem selbst zu tun haben. Zum einen hat jedes Wahrnehmungssystem seine Grenzen; Limits der Auflösung und der Entsprechung, im Sinne zutreffender Korrespondenz. Und man möge nicht übersehen, daß dies auch für unsere eigene Wahrnehmung wird gelten müssen. Zum anderen variieren die Außensysteme vielfach so weit, daß eine Entsprechung gar nicht festzumachen ist.

Ich will dies am Beispiel eines Vogelfußes illustrieren. Baumvögel haben stark krümmbare Zehen. An ihnen bildet sich der Umstand ab (Abb. 6), daß fast alle Äste, auf welchen sie landen, von rundem Querschnitt sind. Die Abweichungen von dieser Grundform, wie bei der Flügelborke, sind so selten, daß eine Korrespondenz des Fußes mit 'Astquerschnittesind-rund' weitgehend erreicht werden konnte. Bei manchen Baumvögeln geht das so weit, daß die dem Mittelfuß nahen Beugesehnen verkürzt ausgespannt sind. Damit schließt schon das Gewicht des Vogels den Griff um den Ast, und dies läßt sie selbst mit entspannten Muskeln der Füße schlafen.

Die Entsprechung ist hinsichtlich der Dicke der Äste anders. Ihr kann nicht in derselben Weise entsprochen werden. Es bedarf eines Regulativs. Die Korrespondenz ist dann von

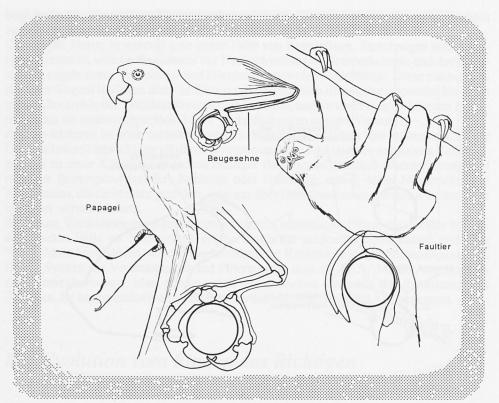


Abb. 6: Strukturelle Korrespondenzen am Beispiel des Fußes eines Baumvogels und der Kralle eines Faultieres. In beiden Fällen bildet sich die Rundform der Äste sogar gestaltlich ab. Die abgebildete Beugesehne schließt die Zehen beim Sitzen automatisch.

anderer Art. Der Griff muß verstellbar sein. Zwar gibt es eine mittlere Astdicke, auf welche der Fuß eingestellt ist, und die der Vogel im Falle der Wahlmöglichkeit auch bevorzugt. Aber die Verstellbarkeit ist ja schon für den Zugriff erforderlich und läßt es zu, auch an der rauhen Borke eines Stammes zu greifen. Das Richtige der Lösung ist nun die Adaptierung auf eine Variable; eine Regulierung.

Nun schließt sich aber noch eine dritte Situation an; die stochastische Störung. Das Unvorhersehbare und damit das *a priori* noch nicht Gelöste für die Möglichkeiten des Baumvogels, beispielsweise die Tischkante. Für den Baumvogel bieten sich alle Geraden, vor allem die horizontalen, als Landeplätze für den Greiffuß. Im Zimmer sind die horizontalen Geraden nun von anderer Art. Der Landeversuch nach der Wahr-Nehmung 'alten Stils' muß mißlingen. Der Vogel strauchelt bei der Landung an der Tischkante, zappelt und verhindert einen Sturz kopfüber, worauf mich Konrad Lorenz aufmerksam machte, durch Flattern und Bremsen auf Schwanz und Fersen. Im Falle stochastischer Störung wird das Versagen der erwarteten richtigen Lösung sofort an andere Lösungsmöglichkeiten des Problems, man könnte sagen: delegiert.

Ganz allgemein scheinen diese drei Möglichkeiten zum Finden des Richtigen, der erfolg-

reichen Korrespondenz einer Handlung mit der Außenwelt, gegeben; Adaptierung, Regulierung und Delegierung. Sie beziehen sich auf die jeweils relativen Konstanten, Variablen und Störungen der Wahr-Nehmung.

Dispositionen für Kommunikation und Assoziation

Alle Systeme, wie sie sich entlang der drei Phasen genetischer Lernerfolge entwickelt haben, bleiben als notwendige Bedingungen für die Folgestufen erhalten. Das heißt, sie sind nicht nur eine Voraussetzung für deren Entstehung, sondern auch für deren Betrieb. Als Konsequenz der ersten Phase bedeutet das, daß aller erblicher Kenntnisgewinn, ob wir diesen mit richtiger Prognose, Wahr-Nehmung oder zutreffendem Für-Wahr-Halten benennen können, nur über den schleppenden Weg von Versuch und Irrtum der Mutanten bewerkstelligt werden kann. Als Folgekonsequenz wird ihm ein um Größenordnungen schnellerer Lernprozeß überlagert werden.⁵⁾

Aus der zweiten Phase bleibt die Reizbarkeit und die Nervenleitung erhalten, sowie die Uniformität deren Signale. Das hat zur Folge, daß über die Qualität wie über den Effekt der Nachricht nur die Bahn entscheidet, über welche eine Nachricht läuft. Und als Folgekonsequenz ergibt es sich, daß nur die quantitative Richtigkeit der Nachricht von der Interpretation der Spike-Frequenz durch den Empfänger abhängt. Ob dieser ein Muskel ist, der erfahren soll, in welchem Maße er zu kontrahieren hat, oder eine Hirnpartie mit der Abschätzung einer Helligkeit. Die viel entscheidendere Qualität der Nachricht hängt hingegen von der Verbindung zwischen Sender und Empfänger ab. Die Uminterpretation der Qualität oder Funktion einer Nachricht verlangt daher eine andere Bahn. Wo Ausweichbahnen sich nicht anbieten, wird die Uminterpretation unmöglich. Die Ballung von Bahnungen aber bereitet eine mögliche Lösung vor; die Evolution eines Zentralorgans: das Gehirn.

Tiefer noch in das Schicksal, in die Möglichkeiten des Richtigen, die dem Wahr-Nehmen und Für-Wahr-Halten gegeben sein werden, greifen die Systeme der dritten Phase; in erster Linie die Systeme aus Verdrahtung und Reizfilter, die AAM mit ihren Aufbaubedingungen aus korrespondent entstandener Kohärenz und deren Aktivierung durch neuerlich korrespondente Stimuli.

Da sind zunächst die nach plakativen Merkmalen funktionierenden Auslöser oder Schlüsselreize mit ihren Konsequenzen. Es versteht sich zwar, daß die Auslöser eindeutig und von Signalcharakter sein sollen. Die Zikade hört nur das Zirpen des Weibchens, das Rotkehlchen balzt unter Umständen einen roten Flederwisch eher an als ein gestopftes Weibchen. Aber die relevanten Dinge unserer Welt bestehen stets aus variierenden Kombinationen aus mehreren bis vielen Merkmalen. Zumeist sind sie nicht nach einem Kennzeichen allein zu definieren, sondern von typologischer Art.

⁵⁾ Ich rechne zwar mit einer Evolution auch dieses phylogenetischen Evolutionsmechanismus (REDL 1975, 1977) und halte diesen sogar für eine Vorbedingung der Adaptierungschancen aller komplexen Systeme. Er mag den genetischen Kenntnisgewinn um einige Dezimalen beschleunigen, bleibt aber dennoch um mehrere hinter dem assoziativen Lerntempo zurück.

Und so weit unser Thema von dem Für-Wahr-Halten unseres eigenen Denkens auch noch entfernt ist, es mag sich hier schon vorbereiten, was in unserem definitorischen Denken durch die erst recht definitorische Art unserer Sprache noch gefördert werden und von der typologischen Struktur der realen Welt ablenken wird.⁶⁾

Da erinnert man sich wieder an das merkwürdige Phänomen der Angeborenen Lehrmeister. Man kann deren Prinzip, die Ausformung der Anlage zu einer bestimmten Leistung mit der Forderung dieser Leistung zu verbinden, vielleicht aus einer Nützlichkeit verstehen. Das System nämlich durch die Ausformung möglicher, aber unnötiger Leistungen nicht zu belasten und zu verwirren. Dennoch bleibt es auffallend.⁷⁾

Und, so weit unser Thema auch noch von den Lern- und Begabungs-Theorien hinsichtlich des Menschen entfernt ist, wieder kann es sein, daß schon in so tiefer Schichte Weichenstellungen vorbereitet wurden. Muß nicht auch in uns geweckt werden, was an Begabung schlummert? »Was Du ererbt von Deinen Vätern, erwirb es, um es zu besitzen.« Dem Leser mag dieses Goethe-Wort in den Sinn gekommen sein.

⁶⁾ Über Angeborene Auslöser informiert zuletzt das Lehrbuch von LORENZ (1978). Man vergleiche auch LORENZ 1973, RIEDL 1988b. Ausführliche Darstellung von Definitorik versus Typologie in RIEDL 1985 und 1987a.

⁷⁾ Selbst die Verschärfung aller Konturen, die sich schon in der Netzhaut verdrahtet und wohl unter allen Lebensbedingungen eines höheren Augentieres von Vorteil ist, kommt nicht zustande, wenn in einer frühen Jugendphase Konturen zur Übung nicht angeboren sind. (Eindrucksvolle Experimente mit Kätzchen bereits bei Hubel und Wiesel 1962 und Spinelli 1966, Übersichten in Guttmann 1972 und Ewert 1976).

Von der Binnen-Abstimmung zur Kommunikation

Evolutiv betrachtet gibt es kein 'Individuum für sich'. Die Abtrennung der Kommunikation, nimmt man sie im weiten Sinne, wie im letzten Kapitel, war nur didaktisch gerechtfertigt. Der Faden der Darstellung sollte nicht verwirrt werden. In Wirklichkeit beginnt die Kommunikation mit den Anfängen der geschlechtlichen Vermehrung und wirkt dann weit über die Begegnung zweier Individuen hinaus; tief hinein in das, was wir als Kultur erleben. Sie wäre ohne Kommunikation nicht entstanden.

Der Hauptgrund aber, warum ich der Kommunikation ein eigenes Kapitel einräume, ist der, daß der Lernprozeß ein anderer ist. Die notwendige, lebenserhaltende Übereinstimmung entsteht unter anderen Vorzeichen. Nun ist es nicht die zufällige Änderung des anorganischen oder organischen Milieus, welche Einfluß nimmt auf die Erhaltung des Systems. Es ist das Individuum derselben Art, das sich parallel entwickelt, und dessen Einfluß nun wieder in einer schicksalhaften Weise nicht zu entkommen ist.

Das System expandiert ins Kollektiv

An der Wurzel der Kommunikation steht das Erkennen der eigenen Art und der Ausschluß aller anderen. Man denke daran, daß die meisten niederen Meerestiere ihre Gameten, weibliche wie männliche, einfach ins freie Wasser entlassen und es diesen winzigen Zellen überlassen bleibt, den artzugehörigen Partner zu finden und zu erkennen. Dies beruht auf chemischen Erkennungszeichen.

Ein elementares Prinzip liegt hier vor. Schon die Vorläufer der Gene der Proto-Arten, von welchen die Rede war, erkennen einander auf chemische Weise; und selbst die menschlichen Spermien finden noch auf die gleiche Weise die Eizelle.

Wo immer nun, über den Vorteil erhöhter Finde-Wahrscheinlichkeit, eine direkte Übergabe der Spermien entstand, sei dies durch Kopulation oder die Übergabe einer Spermatophore, müssen auch die geschlechtsreifen Individuen einander erkennen. Und es muß weiterhin vorteilhaft werden, wenn dem Männchen erkennbar wird, ob ein Weibchen geschlechtsreif ist, ferner ob es kopulationsbereit sein werde und überhaupt in Stimmung.

Nun kommen zu den chemischen Signalen taktile und optische. Es folgen Zeichen für Reife und für Stimmung. Und in jenen Fällen, wo Weibchen erst in Stimmung gebracht werden müssen, entstehen die wunderlichsten Paraden, Prachtentfaltungen und Tänze der Männchen. Ein Prinzip, das auch unserer Kultur noch nicht fremd geworden ist.

Von der Körpersprache ...

An eine solche erste Phase der Kommunikation schließt eine zweite. Die arterhaltende Bedingung des Erkennens des richtigen Partners entwickelt Dispositionen vom richtigen Erkennen des Artgenossen zur Wahr-Nehmung dessen Stimmungen und Absichten, und sehr bald zur Ankündigung der eigenen Stimmung und Absicht. Dazu reicht in der Evolution über weite Strecken die Körpersprache mit Imponiergehabe, Droh- und Demutsgebärden, mit Zeichen von Rang und Unterwerfung. Gefolgt wird dies von Ritualen, welche Zuneigung symbolisieren, zur Schlichtung beitragen oder, noch wichtiger, Beschädigungskämpfe zu einer Art sportlichen Kräfteverbrauchs neutralisieren. Bei höheren, sozial lebenden Säugern entsteht die Mimik. Und vieles davon ist uns wieder vom Menschen geläufig.⁸⁾

... zur Lautsprache

Eine dritte Phase interessiert nun im Hinblick auf den Menschen: die Lautsprache. Sie ist in der Evolution erst spät differenziert worden. Offenbar aufgrund des Erfolges der Körpersprache für den Nahverkehr und ihrer unbezwinglichen Unmittelbarkeit.

GÜNTER TEMBROCK hat in der Biokommunikation (1975) entsprechend zwischen 'Nah- und Fernverkehr' unterschieden, auf die Entwicklung der Lautsignale aus den allgemeinen Geräuschen der Lebensprozesse hingewiesen und auf die Bedeutung der Fern-Signale, außer Sichtkontakt, aufmerksam gemacht. Für unsere Fragestellung ist besonders seine Unterscheidung von Syntax und Semantik wichtig; von Formen und Bedeutung.

Die Syntax entwickelt Differenzierungen der Frequenzen, Intensitäten und Lautmuster in den jeweiligen Umständen des Nah- und Distanzfeldes. Die Semantik akkordiert die Muster mit den möglichen Bedeutungen des Empfangenen. Aus Beliebigkeit entsteht die Sendung. Vielfach zeigt sich dabei, daß der arteigene Code genetisch verankert wird, die Individualkennzeichnung aber erlernt werden muß, wofür aber wieder Prädispositionen und sensible Phasen erblich vorgesehen sind.

Ich werde wiederholt auf das Thema des Folgekapitels, das assoziative Lernen, vorgreifen müssen. Denn hier geht es darum, die Kontinuität der Erweiterung des äußeren Binnen-

systems im Auge zu behalten.

Dabei können Hungerlaute oder Rufe des Verlassenseins, die Pflegeverhalten auslösen, als Infantil-Anzeiger zu Unterwerfungslauten werden, die dann aggressionshemmend wirken. Umgekehrt kann ein großer Vorrat an Reviergesängen zunächst für denselben weiten Komplex an Ankündigungen genommen werden: Territorialanzeige, Artkennzeichen, Individualstatus und Aggressionsbereitschaft. Bedeutungswandel und Differenzierung gehen Hand in Hand. Und manche Signalsysteme erreichen eine Differenzierung, welche der Mensch physisch nie, technisch vielleicht gerade erreichen wird. ⁹⁾

⁸⁾ Die Ethologie oder Vergleichende Verhaltensforschung hat zu diesem Thema ein sehr großes Material erbracht. Übersicht und reiche Literatur bei REMANE (1960), EIBL-EIBESFELDT (1978), LORENZ (1973, 1978), TEMBROCK (1982/83) und Mc FARLAND (1985).

⁹⁾ Eine besonders schön illustrierte Darstellung der Signale im Tierreich haben Burkhardt und Schleidt (1966) herausgegeben. Dort findet sich auch eine sehr einschlägige Literatur-auswahl. Vergleiche auch Sebeok (1977 und 1979).

Die Evolution der zutreffenden Mitteilung

Vom Gameten bis zum Menschen ist der Artgenosse ein ungleich stetigerer Faktor der Umwelt als die anorganisch-organischen und organismisch artfremden Teile seiner Außenwelt. Selbst die Räuber, wie die Beutetiere, wechseln dagegen unvorhersehbar im Laufe der Stammesgeschichte. Man denke an den Weg unserer Stammeslinie vom Wasser aufs Land und aus den Baumkronen in die eiszeitliche Höhle.

Werden der Wechselbezüge

Der Artgenosse dagegen bleibt des Artgenossen Schicksal. Er haftet unverbrüchlich an ihm. Eben vom Gameten bis zum Menschen. Und die entstehenden Beziehungen entwikkeln sich immer wechselseitig und selbstreferent. Alle Verständigung unterliegt den Evolutionsbedingungen der Kohärenz.

Sender und Empfänger kommen stets wechselweise zu ihren Funktionen. Es ist sogar ohne Bedeutung, welcher von den beiden zuerst zum Empfang oder der Sendung einer Nachricht eine Disposition zeigt. Gleich gut also, ob ein Gamet zum Empfang, einer Reaktion auf ein bestimmtes Molekül befähigt ist, oder zur Aussendung. Erst wenn beides zusammentrifft, entsteht die Möglichkeit, dies zur Verständigung zu nützen und zur mutativen Förderung durch die Selektion. Gleich, ob die Mundhöhlen-Ausfärbung beim Jungvogel das Programm der Aufmerksamkeit der Eltern besser konzentriert, oder ob das Programm der Eltern mehr in die auffallenderen Mundhöhlenprogramme füttern läßt; erst der Wechselbezug wird das System fördern. Man erinnert sich des Beispiels.

Dasselbe muß im Prinzip auch für die Phase der Körpersprache wie die der lautlichen Kommunikation gelten. Es kann zwar angenommen werden, daß in der Syntax ein gewisses Reservoir an Gestik oder Lauten vorhanden ist, bevor dieses semantische Bedeutung gewinnt. Aber die Möglichkeit des Empfanges solcher Syntax muß gegeben sein, soll die Geste oder der Laut zur Semantik, zu einer Bedeutung, werden, zumal sich die Funktionen von Sender und Empfänger auch fortgesetzt umkehren können.

Werden der Selbstreferenz

Nicht minder kennzeichnend ist die Selbstreferentialität. Alle Nachrichten- und Kommunikations-Systeme werden ganz auf sich selbst bezogen. Sie können beliebig beginnen. Die prospektive Nachricht kann an einem Stoffwechselprodukt, einer zufälligen Pigmentierung, Bewegung oder Lautgabe ansetzen. Sobald sie aber zu Bedeutung kommt, hebt sie von ihrem Ursprung ab und ist dann nur mehr Symbol für einen Zusammenhang ganz anderer Qualität. Weder sieht ein Farbmuster wie Hunger aus, noch hört sich die Strophe eines Vogels an wie das Territorium, das er besetzt hat. Und selbst eine Handlung sieht nicht aus wie die Wahrnehmung, die sie ausgelöst hat.

Es sind Symbole der Verständigung, bei welchen es auf nichts anderes ankommt als auf möglichste Eindeutigkeit, auf das Zutreffende, sie nur in einem bestimmten Sinn zu

deuten. Damit entsteht eine äußere Binnenwelt zwischen Partnern und schließlich allen Individuen einer Art. Und die Qualität der Symbole hat nichts mit der der Außenwelt gemein, sondern mit den Dispositionen im Wechselsystem der Partner und mit deren Schicksal (Abb. 7).

Das bedeutet nun keineswegs, daß mit solcherart von der Außenwelt abgehobener Symbolik nichts über diese Außenwelt mitgeteilt werden könnte. Das Gegenteil ist der Fall und für den Fortgang unserer Untersuchung von Interesse. Hier beginnt die lautsprachliche Lehre. Denn so bescheiden die Kommunikation der Tiere über ihre Außenwelt auch noch ist, die Lockrufe zum entdeckten Futter, die Warnrufe hinsichtlich der Entdeckung eines Feindes sind zweifellos schon Nachrichten über die relevante Außenwelt.¹⁰⁾

Und wieder sind sie von anderer Qualität als diese und reine Symbolik für das, wofür sie kodieren. Es kommt auch darin nur darauf an, daß die Nachricht über die Außenwelt vom Sender richtig gegeben, vom Empfänger richtig gedeutet wird, daß sie möglichst zutrifft; das heißt zunächst, daß der lebensfördernde Nutzen die Kosten und Fehler überwiegt.

Disposition für Verständigung und Sprache

Es hat nicht an geduldigen Versuchen gefehlt, Schimpansen das Sprechen beizubringen. Es ist nicht gelungen. Sie waren schon anatomisch, mit flachem Gaumen, platter Zunge und noch hoch gelegenem Kehlkopf, dazu nicht recht geeignet. Und mit den Grenzen ihrer Syntax ist entprechend die Semantik beschränkt und wohl auch ihre Sensibilität oder Erwartung vom Nutzen feiner akustischer Differenzierung.

Immerhin ist man jedoch in der Verständigung mit ihnen über das Erlernen der Taubstummensprache oder von Plastiksymbolen weiter gekommen. Man kann darum, trotz der neueren Kritik an der Deutung dieser Experimente, annehmen, daß ihr Repertoire an Begriffen jenes ihrer Ausdrucksformen bei weitem übertrifft. Diese Auffassung wird schon aus Untersuchungen mit Haustauben gestützt, deren Leistungen man vorurteilsloser interpretieren kann. Sie vermögen nicht nur Klassen und Kategorien zu konzipieren, sondern auch Begriffe in unserem Sinn. Also Klassenbildung unter Einschluß einer Theorie, nach welcher weitere Wahrnehmungen in die Klasse einzubeziehen oder auszuschließen sein wird.¹¹⁾

¹⁰⁾ Als klassisches Beispiel erinnert man sich der Tanzsprache der Bienen, die KARL von FRISCH aufgedeckt hat (zuletzt 1977). Es werden Nachrichten über die Richtung, die Entfernung und die Qualität des entdeckten Futters übermittelt. Literatur zur Ableitung des Codes aus Transponierung in EIBL-EIBESFELDT (1967).

¹¹⁾ Wichtige Literatur zu den Affen-Experimenten in RENSCH (1973), zu den Tauben in ROTTBLAT et al. (1984). Man vergleiche auch Cowley (1988). Diskussion des Themas im vorliegenden Zusammenhang in Riedl (1980 und 1987a).

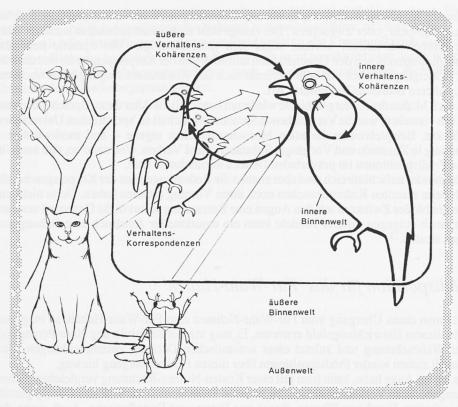


Abb. 7: Verhaltens-Kohärenzen in der äußeren Binnenwelt am Beispiel stimmlicher Kommunikation (Kontakt-, Warn- und Lockrufe). Mit der Voraussetzung, daß die Verhaltens-Kohärenzen der inneren Binnenwelt bei den Individuen der Population dieselben sind.

Prädisposition für die Begriffsbildung

Für uns ist von Interesse, daß ein breites Vermögen an Begrifflichkeit am Wege zur Menschwerdung prädisponiert gewesen sein muß, seinen syntaktisch-semantischen Ausdruck zu finden. Über die Entwicklung dieser Ausdrücke und ihrer Korrespondenz mit den Außensystemen wird im nächsten Kapitel zu berichten sein. Hier befassen uns die Kohärenzen und Prädispositionen entstehender Kommunikation.

Es ist zunächst nicht daran zu zweifeln, daß die wachsende Komplikation der frühmenschlichen Sozialverbände, über die Limits der Körpersprache, die Lautsprache förderte. Denn in der stammesgeschichtlich erstaunlich kurzen Zeit von 100, und besonders der letzten 40 Jahrtausende, haben sich Gaumen, Kehlkopf und, wie man meint, auch die Sprachzentren wesentlich entwickelt. Die Lautsprache wurde zum Schicksal unserer Species.

Diese Verständigung über Luftschwingungen läßt nun nur weniges aus der relevanten Umwelt imitatorisch oder analog ausdrücken. Praktisch nur charakteristische Geräusche in

lautmalender Nachahmung; wie in unserer Onomatopoetik von 'Blitz' und 'Donner', 'zischen', 'rumpeln', oder 'zwitschern'. Der riesige Rest an Auszudrückendem kann nur mehr rein symbolisch kodiert werden; sogar fern jeder Analogie. Die Sprache hebt also dispositionsgemäß von den Gegenständen und auch von der Körpersprache ab und entwikkelt sich eigengesetzlich und selbstreferent nach den Kohärenzbedingungen im wachsenden, äußeren Binnenmilieu unserer Art.

Das nach Maßen der Kulturgeschichte wiederum beträchtliche Alter dieser Sprachentstehung läßt uns verstehen, was die Vergleichende Sprachwissenschaft an 'sprachlichen Universalien' entdeckte. Beispielsweise die allen Menschensprachen eigene – und merkwürdige – Trennung in Zustände und Vorgänge, Substantiva und Verben. Und zwar so, daß auch für

diese Prädispositionen im präverbalen Denken anzunehmen sind.

Nicht minder aufschlußreich sind aber ebenso die Bedeutungen aus der Körpersprache, die auch beim rezenten Kulturmenschen noch ihren Vorrang erhalten haben. Denn nicht nur kann ein bloßes Zwinkern mit den Augen eine Beteuerung sofort in ihr Gegenteil verwandeln; auch entgegen unserer Absicht kann ein emotioneller Ausdruck eine Behauptung Lügen strafen.¹²⁾

Prädisposition für das 'Für-Wahr-Halten'

Sucht man einen Übergang vom Für-Wahr-Nehmen zum Für-Wahr-Halten, so mag man ihn in diesem Entwicklungsfeld erwarten. Er mag mit der Relativierung einer Perzeption, einer Wahrnehmung und zuletzt einer semantischen Deutung zusammenhängen. Und

dennoch ziehen wieder Prädispositionen über diesen Phasenübergang hinweg.

Was ich im Auge habe, kann man mit einer Kosten-Nutzen-Rechnung vergleichen. Schon die angeborenen Verhaltensweisen der höheren Tiere werden nach diesem Prinzip gereiht eingeschaltet: Feind vor Wasser, dieses vor Futter, vor Fortpflanzung. Auch wenn der unbekannte Gegenstand noch keineswegs auf feindliche Absicht schließen läßt, 'raten' die erblichen Gewichtungen, zum Zwecke der Systemerhaltung, zunächst zur Annahme des Bedrohlichsten. So wird eine Jungdohle einen in ihrem Revier unbekannten Gegenstand, ein Diwanpolster, zuerst als Feind attackieren, dann als Futter und zuletzt auf die Verwendung als Nistmaterial prüfen.

Wir begegnen damit, nochmalig vorgreifend, den Prädispositionen subjektiver Wahrscheinlichkeit; und zwar charakteristischerweise in ihrer apriorischen, empirischen und bedingten Form. Apriorisch, weil es um eine Prognose, um die Wahl einer lebensfördernden Handlung geht; empirisch, weil die Programme genetisch über mutative Versuche und selektive Belehrung entstanden; und bedingt, weil die Wahrscheinlichkeit, es könne sich um einen Feind handeln, nicht alleine steht, sondern über weitere Wahrschein-

¹²⁾ Viel zu diesem Thema findet man bereits bei LORENZ (1965), den Werken von EIBL-EIBESFELDT (1972, 1973, 1976 und 1984), besonders, was die Universalien der Körpersprache betrifft. Zu den Universalien der Wortsprache Übersicht und Schlüsselliteratur in RIEDL (1987a). Zum psychologischen Vorzug der Körpersprache vergleiche man MEHRABIAN (1972).

lichkeiten relativiert wird. Beispielsweise über die Wahrscheinlichkeit, durch Flucht entkommen, mit Schutz rechnen oder Nahrung anderwärts erhalten zu können. ¹³⁾ Fraglos wird die Urteilsfindung aufgrund einer Mitteilung, die Kommunikation Zweiter, in derselben Richtung kompliziert. Und es kann darum nicht wundernehmen, wenn wir eben jenen Formen der Wahrscheinlichkeit auch als den Grundformen menschlicher Urteilsfindung wiederbegegnen werden.

¹³⁾ Diese Terminologie ist, wie erinnerlich, dem Spektrum der Wahrscheinlichkeits-Theorien entnommen. Der subjektiven steht die objektive Wahrscheinlichkeit gegenüber, der apriorischen die aposteriorische, der bedingten die unbedingte und einer empirischen kann man eine logische Wahrscheinlichkeit gegenüberstellen.

Von der molekularen zur assoziativen Erfahrung

Hier begegnen wir einem wesentlichen Phasen-Übergang in der Entwicklung kenntnisgewinnender Prozesse. Für den landläufigen Begriff wird überhaupt erst hier das berührt, was unter Lernen verstanden wird. Der stammesgeschichtliche Prozeß des Kenntnisgewinns mit dem Gedächtnisspeicher im Erbgut wird von einem individualgeschichtlichen Prozeß überbaut, dem Gedächtnisspeicher im Nervensystem. Man kann nun auch von einem aktiven und individuellen Lernprozeß sprechen, wenn man zweierlei nicht übersieht. Einmal, daß der Vorgang nicht minder passiv beginnt und enden kann. Anfangs werden wir nur vom Nervensystem belehrt, und in den Schulen kann der Vorgang wieder eine nahezu passive Form annehmen. Ein andermal, daß auch die erfolgreiche Mutante den Kenntnisgewinn zunächst ebenso nur in einem einzigen Individuum repräsentierte.

Der starke Antrieb zur neuen Lernphase liegt in der erwähnten Langsamkeit des phylogenetischen Kenntnisgewinns. Die Differenzierung eines Artmerkmals beanspruchte in unserem Verwandtschaftskreis eine runde Jahrmillion. Der assoziative Kenntnisgewinn dagegen bedarf nur Stunden, ja Sekunden. Die Beschleunigung liegt damit zwischen neun und zwölf Größenordnungen. Das ist das Milliarden- bis Billionenfache. Der selektive Vorteil, sich gewissermaßen sofort auf neue Bedingungen einstellen zu können, liegt auf der Hand; und dieser kompensiert zunächst alle Nachteile der Flüchtigkeit und – wie sich zeigen wird – auch der geringen Prüfung der vermeintlich neugewonnenen Kenntnisse.

Auch kann man von einem Übergang von der Verhaltens- zur Erfahrungswelt sprechen, allerdings wieder unter zwei Voraussetzungen. Wenn man nämlich erstens nur an den genetisch vorprogrammierten Teil der Verhaltensweisen, die sogenannten Erbkoordinationen, denkt und deren notwendige Einübung anschließt. Und wenn man zweitens erlerntes Verhalten, im einfachsten Fall Willkürbewegungen, den Erbkoordinationen gegenüberstellt, und die erbkoordinierten Vorbedingungen, auch der einfachsten Willkürakte, eben nur voraussetzt. So bedeutend also der Phasenwechsel ist, näher besehen sind freilich wieder gleitende Übergänge enthalten – Vorbedingungen und Prädispositionen.

Endlich ist noch der Begriff des Bewußtseins zu berühren und der der Dominanz. Wir haben gute Gründe zur Annahme, daß die einfachsten assoziativen Lernprozesse von rein neurophysiologischer Art sind und Bewußtsein noch lange nicht erreichen oder voraussetzen. Gleichzeitig aber sind sie Teil der notwendigen Vorbedingungen für dessen Entstehung. Auf beides sei aufmerksam gemacht. Zunächst, weil die unreflektierten Vorbedingungen unseres rationalen Verhaltens zum speziellen Gegenstand unserer Untersuchung werden.

Hinsichtlich der Dominanz assoziativen Lernens sei vorausgeschickt, daß es sich anfangs als völlig von Erbkoordinationen dominiert erweisen wird. Hingegen wird es gegen den Bereich der Kultur den phylogenetischen Lernfortschritt völlig überlaufen. Und zwar deshalb, weil bei der Beschleunigung der Kulturentwicklung mit genetischen Adaptierungserfolgen schon aufgrund der unterschiedlichen Zeitskalen gar nicht mehr zu rechnen ist.

Das System entwickelt neuronales Gedächtnis

Dem Phasenübergang kenntnisgewinnender Prozesse, der uns hier befaßt, ist nun ein Phasenübergang der Entwicklung unserer wissenschaftlichen Einsicht anzureihen. Die Diskussion um die Grundlagen menschlichen Lernens, die die Psychologen lange Zeit in Lager teilte, wurde geschlichtet; oder eigentlich überbrückt, durch Fortschritte der Sinnesphysiologen und Ethologen. Der alte Behaviorismus, die Reiz-Reaktions-Psychologie, wurde überbaut, die alte Gestaltpsychologie kommt wieder zu Ehren, die Neuropsychologie erhält neuen Sinn, und eine Kognitive Psychologie ist dabei, sich zu entfalten. 14)

Konditionierung, bedingte Reaktion

Die erste Phase der Stammesgeschichte neuronalen Gedächtnisses repräsentiert neben der Sensitivierung das Phänomen des Bedingten Reflexes. Im Prinzip beruht er auf einer Verknüpfung wiederholt koinzidierender Reize. Diese Verknüpfung wird in einer Reaktion oder einem Verhalten sichtbar, in welchem der vorauslaufende Reiz den folgenden gewissermaßen antizipieren läßt. Für unsere Denkweise sieht dies bereits aus wie richtige Prognostik und erfüllt auch deren biologischen Zweck. Denn richtige Prognostik bedeutet wiederum Lebenserfolg.

Dazu eine Illustration am Beispiel des bekannten Lidschluß-Reflexes. Ein scharfer Luftstrahl, auf die *Cornea* gerichtet, läßt das Augenlid kurz schließen. Dies ist ein erblicher, unbedingter Reflex ganz offensichtlich zum Schutz des Auges. Denn jeder Luftstoß kann eine Störung, etwa ein Sandkorn, in das Organ bringen. Läßt man nun regelmäßig vor dem Luftstrahl (dem unbedingten Reiz) einen anderen (bedingten) auftreten, beispielsweise einen Glockenton, so wird nach einigen Wiederholungen das Lid schon allein beim Ton geschlossen. Eine Konditionierung auf einen bislang bedeutungslosen Reiz ist bedingt entstanden. Man kann sagen: der Ton wird zur Vorwarnung der erwarteten Störung. Läßt man die Bestätigung (oder Verstärkung), den Luftstrahl, weg, so bleibt die Reaktion noch einige Male erhalten, um aber bald wieder ganz zu verschwinden. Man würde sagen: der Ton hat seine Warnfunktion wieder verloren.

Dies ist ein ganz fundamentales Phänomen. Sein Prinzip wird uns bis in unser bewußtes Handeln und in jenen Bereich begleiten, in welchem unsere Haltung gegenüber dem Wahrscheinlichkeits- und dem Wahrheitsproblem zu erörtern sein wird. ¹⁵⁾

¹⁴⁾ Eine gute Übersicht der älteren Lerntheorien findet man bei Foppa (1975), moderne Kritiken bei Bischof (1980), Garcia und Garcia y Robertson (1984). Beispiele zur Sinnesphysiologie geben Marr (1982) und Maturana (1982), zu biologischen Grundlagen des Lernens Alkon und Farley (1984), Marler und Terrace (1984), zur Neuroethologie Ewert (1976), zur Kognitionspsychologie Neisser (1967), Wimmer und Perner (1979) und Anderson (1980).

¹⁵⁾ Allein beim bedingten Lidschluß-Reflex scheint es kaum mehr eine Variable zu geben, die noch nicht untersucht worden wäre. Übersicht schon bei Sidowski (1966), ferner bei Angermeier und Peters (1973) und Mackintosh (1974 und 1983) mit der weiteren Literatur.

Was uns aber bereits hier interessieren muß, das ist der Umstand, daß diese Verknüpfung von Koinzidenzen mit der Wiederholung entsteht und gefestigt wird und daß der ganze Vorgang unabhängig ist vom Bewußtsein. Tatsächlich ist seine Physiologie nicht nur schon von marinen Nacktschnecken bekannt, sondern gerade bei diesen bis in den neuromolekularen Bereich auch besonders gut aufgeklärt. Und es zeigt sich ferner, daß er bewußt und willentlich auch beim Menschen nicht zu unterdrücken ist, auch wenn wir die erwähnte Versuchsanordnung selbst aufgebaut haben, die Künstlichkeit der Verknüpfung durchschauen und uns vornehmen, nicht zu reagieren; das Lid 'blinzelt uns' beim Glockenton.

Ferner muß man sich schon im Zusammenhang mit dieser ersten Phase vor Augen halten, daß keineswegs alle unbedingten Reflexe konditionierbar sind. Unser Patellar-Sehnen-Reflex bespielsweise ist auch durch noch so regelmäßiges 'Einläuten' des Schlages mit dem Gummihammer nicht vorwarnbar. Schon die beteiligten Nervenbahnen erreichen einander nicht. Konditionierbar ist nur, was sich als Bahnung in der Geschichte eines Organismus schon aus biologischer Nützlichkeit vorbereitet hat; was eben über Funktionserweiterung und Funktionswandel zu neuen Funktionen gelangte. Keine Bahnung kann aus unmittelbarer Opportunität durchgesetzt werden. Die Constraints aus alten und sehr alten Funktionen bleiben auch in uns erhalten.

Eine zweite Phase hebe ich hervor, um uns an die sich rasch entwickelnden Differenzierungen zu erinnern. Nach der Terminologie der Ethologen entstehen schon früh Appetenzen und Aversionen, erbliche Programme für erfolgreiche Begehr- und Vermeide-Reaktionen. Und diese lassen sich nicht minder konditionieren. So zeigt ein Hund, dem regelmäßig die Futtergabe eingeläutet wird, beim Glockenton nicht nur den Reflex des Speichelflusses, zeigt, wie das Pawlow interessierte. Vielmehr wird gleichzeitig auch noch sein ganzes Repertoire sozialen Futterbettelns mit abgerufen.

Zu derlei nun bedingten Appetenzen und Aversionen kommt noch die Konditionierung eigener Handlungen; zur 'klassischen Konditionierung' vom Typ des bedingten Lidschlusses kommt die 'instrumentelle Konditionierung', wie dies die Behavioristen unterscheiden. Es kommt, nach der Terminologie der Ethologen, zu bedingten Aktionen, wenn das Tier durch sein eigenes Verhalten etwas erreichen oder vermeiden kann.

Verfügbarkeit alter Anleitungen

Was für unsere Fragestellung dabei interessiert, das sind nochmalige Constraints. Nicht nur können keine fehlenden Bahnungen durchgesetzt werden; nicht minder wird von der Konditionierbarkeit ausgeschlossen, was sich bislang biologisch nicht als zweckvoll erwiesen hat. So kann Ratten beliebtes Futter durch keinerlei Strafreize abdressiert werden, sondern nur durch die Kombination mit nachfolgender Übelkeit (bait shyness). Auch ist es, resümiert Norbert Bischof, »nahezu unmöglich, Tauben beizubringen, daß sie von einem Reiz wegfliegen müssen, um Nahrung zu erhalten«. Der Organismus ist »für biologisch

¹⁶⁾ Die Nachricht über die Spannungsänderung in der Sehne an der Kniescheibe wird schon in der Höhe der Lendenwirbelsäule zur Meldung an die Streckmuskel des Beines zurückgeschaltet; wohingegen die akustische Nachricht im Bereich des Gehirns bleibt. Ansätze zur Geschichte neuronaler Schaltkreise bei Dumont und Robertson (1986).

sinnlose Bewegungen unpräpariert« und für solche, die mit anderen Antrieben »zu tun haben, sogar kontrapräpariert«. 17)

Für unsere Untersuchung der assoziativen Entwicklung von Korrespondenz mit der Welt ist von Interesse, daß alte, phylogenetisch erworbene Lösungen zur Systemerhaltung hervorgeholt werden, neue aber, widersprechen sie den bewährten Lösungen, kaum durchzusetzen sind. Kurzzeitkorrespondenzen werden durch Kohärenzen im System limitiert, die vordem aus Langzeitkorrespondenzen entstanden sind.

Ohne hier tiefer in Einzelheiten gehen zu dürfen, ist doch noch das Phänomen einer Konditionierung zweiter oder höherer Ordnung einschlägig. Es war schon Pawlow bekannt. Einem Hund beispielsweise, der bereits ein Lichtsignal mit der folgenden Fütterung assoziiert, wird vor dem Licht noch ein Ton geboten, ohne mit Futter zu bestätigen. Dennoch fließt dem Tier nach einigen Glocke-Licht-Koinzidenzen der Speichel schon beim Glockenton.

Die theoretische Bedeutung dieses Zusammenhangs ist erst in jüngerer Zeit erkannt und das Phänomen näher erforscht worden: Läßt der Ton das Licht erwarten und eine Vorstellung von Futter entstehen? Oder, so fragt man sich seit den Studien von Rescorla, wird der Ton direkt (nicht bewußt) mit dem Futter assoziiert? In jedem Fall kommt hier die Übertragbarkeit symbolischer Anzeige zutage, zum Teil das Entstehen von Symbolen überhaupt. Und der Vorausblick von Bower und Hilgard ist berechtigt, die meinen: »Dies könnte z. B. erklären, wie symbolische Verstärkungen, wie Geld oder verbales Lob, ihren Verstärkungswert erwerben.«

In der Folge dieser Experimente wurde ferner deutlich, daß die Wirkung ankündigender Reize davon abhängt, wie deren Verläßlichkeit im gegebenen Zusammenhang und von der Stammesgeschichte des gegebenen Organismus *a priori* eingeschätzt wird; welche Blokkaden, Dämpfungen oder aber Emotionen, Erwartungen oder sogar Vorstellungen jeweils ab- oder wachgerufen werden.¹⁸⁾

Auf die Modelle, welche das Ziel haben, die Verhaltensweisen vorherzusagen, werde ich im Teil 3 zurückkommen.

Vorstufen von Gedächtnis

Die dritte Phase verdient besonders hervorgehoben zu werden. Denn wenn der Schritt zur zweiten Phase darauf beruhte, über eine Assoziation auch noch Programme genetisch verankerter Erfahrungen und Erregungsmuster abgerufen zu bekommen, geht es nun um das Verfügbarwerden ontogenetischer, individuell gemachter Erfahrung. Im einfachsten Fall wandelt die Verhaltensweise vom unmittelbaren Reagieren nach der letztetablierten

¹⁷⁾ Übersicht und Nomenklatur in Angermeier und Peters (1973), Mc Guigan und Lumsden (1973) und Hassenstein (1980). Studien zu genetischen und biologischen Constraints vor allem bei den Autoren Gould, Hearst, Marler und Terrace in dem von Marler und Terrace (1984) herausgegebenen Sammelband. Die Zitierung aus Bischof (1980, Seite 27).

¹⁸⁾ Die Untersuchungen, die auf Pawlow und die zwanziger Jahre zurückgehen, wurden erst in den siebziger Jahren wieder speziell aufgegriffen (z. B. RESCORLA 1973, die Theorie von RESCORLA und A. R. WAGNER 1972, MARR 1982 und GRANGER und SCHLIMMER 1986). Das Zitat ist Bower und Hilgard (1983/84, den Seiten 97-98 des Band I) entnommen.

Assoziation über eine Entsprechung nach Häufigkeiten zur Belehrung durch spezielle,

zeitlich weiter zurückliegende Erfahrung.

Läßt man in einem Lernprogramm zur Bildung einer bedingten Aversion auf den bedingten Reiz, zum Beispiel auf ein Lichtsignal, den unbedingten Strafreiz nur alternierend folgen, sagen wir, nur bei allen ungeraden Nummern der Versuche, so erschrickt das Versuchstier beim Lichtsignal zunächst nach allen geraden Nummern der Versuche. Die im Verhalten ausgedrückte Assoziation bezieht sich also auf die jeweils letztgemachte Erfahrung. Ist zuletzt das Signal von einem Strafreiz gefolgt worden, erschrickt das Tier beim Folgesignal. War das nicht der Fall, so wird mit keinem Strafreiz 'gerechnet'. Das Tier reagiert also stets zur falschen Gelegenheit; und der Irrtum des Systems ist aus dem Umstand zu verstehen, daß solch regelmäßiges Alternieren von Bekräftigungen in der Natur kaum vorkommt. Diese Art 'neuronalen Gedächtnisses' kann noch ganz in der verknüpfenden Nervenbahn gelegen sein. ¹⁹⁾

Das ist im Rückblick auf die Entstehungsbedingungen bedingter Reaktionen vielleicht noch trivial. Nicht trivial bleibt diese Erfahrung aus dem nervösen Regelsystem, wenn wir feststellen werden, daß auch Menschen, vor allem Kinder, ihre Prognosen bloß nach dem

Alternieren der letztgemachten Erfahrung richten können.

Ein erster Fall des Verfügbarwerdens weiter zurückliegender Erfahrung kommt mit der sogenannten 'partiellen Bekräftigung' zutage. Wieder kennt man den Zusammenhang am

besten vom bedingten Lidschlußreflex.

In den Versuchen läßt man auf das ankündigende Lichtzeichen den Luftstrahl auf die *Cornea* in einer Zufallsfolge und nur in einem bestimmten Prozentsatz folgen, etwa in 75% aller Lichtsignale, in jeweils anderen Versuchen mit 50 und 25%. Die Ergebnisse, die in den dreißiger und besonders ab den fünfziger Jahren entstanden, zeigen, bis auf Einzelheiten, ein geschlossenes Bild. Die Assoziationen zwischen dem bedingten Lichtsignal und dem unbedingten Reiz des Luftstoßes entwickeln sich zwar, wie gewohnt, annähernd exponentiell, erreichen aber zunächst auch nur knapp 75, 50 und 25% der möglichen richtigen Reaktionen. Man vergleiche dazu die Abbildung 8.²⁰⁾

Bei fortgesetztem Training können sich die Prozentverhältnisse ändern. Vor allem bei 75% Verstärkung können Werte wie bei 100% Verstärkung erreicht werden. Das ist schon nach der Kosten-Nutzen-Relation vorteilhafter und bringt zudem eine höherprozentige Vorweg-Reaktion auf die stochastisch auftretenden Störungen. Aber umso merkwürdiger ist die anfängliche Übereinstimmung mit dem Prozentsatz der Verstärkungen. Man muß sich ja vor Augen halten, welcher Integrationsprozeß mit den weiter zurückliegenden, neuronalen

Erfahrungen hier angenommen werden muß.

Was aber an diesem Phänomen der partiellen Verstärkung für unsere Fragestellung so aufschlußreich ist, das wird sich am Phänomen des sogenannten 'Wahrscheinlichkeits-Lernen' zeigen lassen. Wir werden im nächsten Kapitel, Lernen in Bewußtheit, eine

¹⁹⁾ Man übersehe nicht, daß diese Reaktion auf die unmittelbare Vorerfahrung nur im Anfang der Lernphase auftritt. Sie wird sich später umkehren. Wir kommen darauf zurück. Jüngste Übersicht bei L. Huber (1988).

²⁰⁾ Originale Schlüssel-Literatur von Humphreys (1939), Jenkins und Stanley (1950), Grant und Schipper (1952), Hartman und Grant (1960). Man vergleiche auch die Position des Phänomens in den Zusammenfassungen von Foppa (1975) sowie von Bower und Hilgard (1983/84).

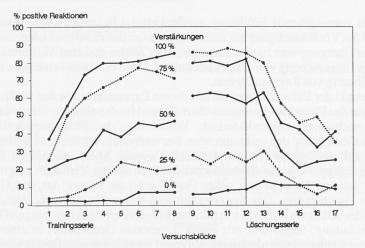


Abb. 8: Konditionierung bei partieller Verstärkung am Beispiel der Entwicklung und Löschung des bedingten Lidschluß-Reflexes beim Menschen. Man beachte, daß die Häufigkeit der Reaktionen in der Trainings-Serie die Häufigkeit der Verstärkungen erreicht, und daß beim Wegfallen der Verstärkung in der Löschungs-Serie das Schwinden der Reaktionen mit annähernd umgekehrter Steilheit verläuft (nach Grant und Schipper 1952; man vergleiche dazu Abb. 12, Seite 79).

auffallende Entsprechung zu unseren vorbewußten Urteilen über Wahrscheinlichkeiten finden.

Was die Erforscher der partiellen Bekräftigung dagegen besonders interessierte, ist als 'Humphreys' Paradoxon' in die Fachliteratur eingegangen (PRE oder 'partial reinforcement effect'). Setzt man die Verstärkung ganz aus, so zeigt es sich, daß die konditionierte Reaktion umso rascher verschwindet, je häufiger sie im Lernvorgang verstärkt worden war (man vergleiche nochmals Abb. 8).

Dies ist allerdings nur für die alte Lerntheorie paradox, die angenommen hat, daß der Umfang der Verstärkung sich auch im Behalten, in der Festigkeit einer Assoziation, zeigen müßte. Heute haben wir dagegen vor Augen, daß die Erfahrung, die Störung werde nur selten auf das Vorsignal folgen, auch das Ausbleiben der Störung weniger deutlich und erst verspätet wahrnehmbar macht. Die applizierte Häufigkeit ist es, die wahrgenommen wurde und auch bei der Löschung, beim Verlernen, ihre Konsequenzen zeigt.²¹⁾

Ein zweiter Fall des Verfügbarwerdens zurückliegender Erfahrung wird sichtbar, wenn man die weitere Entwicklung der Reaktionen auf die besprochene Serie alternativer Verstärkungen verfolgt.

Im Falle unseres Beispiels – bedingtes Lichtsignal und nachfolgender Strafreiz – wird deutlich, daß sich die Reaktion auf die Vorwarnung allmählich verlagert. Sie 'wandert' von den geraden zu den ungeraden Trainingsversuchen. Das Erschrecken reagiert also nicht

²¹⁾ Die Attraktivität dieses Paradoxons für die ältere Konditionierungstheorie hat das Augenmerk weitgehend auf die Löschungsphänomene gelenkt. Das hat zur Folge, daß wir kaum einschlägige Experimente mit Alternativen (zwei Reaktionsklassen) partieller Verstärkung besitzen. Denn erst diese ließen sich ganz dem 'Wahrscheinlichkeits-Lernen' vergleichen. Ich komme darauf zurück.

mehr auf die vorausgehende Erfahrung, sondern erfolgt in jenen Fällen, in welchen der Strafreiz auf die Vorankündigung gar nicht folgt, nun zu den richtigen Gelegenheiten. Dies wirkt wie ein Übergang vom bloßen Reagieren zum Zählen und zum Mustererkennen und ist für unsere Untersuchung von einiger Bedeutung. Denn es beginnt eine ganz neue Phase der Wahrnehmung von Regelmäßigkeit.

Vom Standpunkt der Behavioristen, die mit diesen Experimenten in den fünfziger Jahren begannen, war das Phänomen besonders überraschend für das einfache Stimulus-Respons-Paradigma nachgerade kontradiktorisch. Wollte man das Phänomen weiterhin mit 'neuronalem Gedächtnis' der verknüpfenden Nervenbahnen erklären, so mußten Zusatzhypothesen, z. B. von Nachwirkungen, konstruiert werden. Aber diese mußten, sobald man die Wirkung regelmäßiger mit stochastischen Mustern auf das Verhalten verglich, wieder aufgegeben werden. Es steht nun außer Frage, daß eine höhere Art von Gedächtnisspeichern in Funktion tritt. Das System zählt und nimmt Muster wahr. Das 'neuronale Gedächtnis' des bedingten Reflexes tritt mit einer höheren, etwas längerzeitigen Gedächtnisform in Verbindung. Sagen wir: mit einem 'zerebralen Gedächtnis'; in einem Zentralnervensystem, welches daher als Anlage, aufgrund vorauslaufender Funktionen, ebenfalls schon da sein und für die neue Funktion prädisponiert sein muß.²²⁾

Für unsere Sicht der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Kenntniserwerbs ist diese Erkenntniswende des Behaviorismus von Bedeutung; zudem aber die Einsicht in die erstaunlichen Dispositionen in der Folge bloßer Konditionierung. Dies ist eine Einsicht in Leistungen des Mustererkennens, die mit Bewußtsein wohl noch nichts, mit bewußter Reflexion sicher nichts zu tun haben. Denn die Ergebnisse stimmen überein, ob sie nun den Lidschluß oder den Hautwiderstand des Menschen, instrumentelle Assoziationen bei der Ratte (wiedergegeben in Abb. 9) oder bedingte Aversionen beim Goldfisch konditionierten.

Erbkoordination und Erfahrung

Eine vierte Phase führt in eine höhere Ebene der Komplexität und damit in den Gegenstandsbereich und die Terminologie der Ethologen. Hier wartet der Sache nach noch reicheres Material. Dennoch war der dritten Phase besonderes Augenmerk zu schenken, weil hier der Phasenübergang zum komplexen Verhalten entscheidend ist.

Was in der Ebene der vergleichenden Verhaltensforschung hinzukommt, das sind die Wandlungen der Erbkoordinationen durch die individuelle Erfahrung. Man erinnert sich der Erbanlagen zu erfolgreichen, appetitiven wie aversiven, Verhaltensweisen, sowie der AAM, der Angeborenen Auslösemechanismen.

Mit der Begründung der Ethologie als vergleichende Methode durch Lorenz in den dreißiger Jahren begann man, über die Attrappenversuche von Alfred Settz, zu verstehen, was angeborene Auslöser sind. Und von den vierziger zu den sechziger Jahren war das

²²⁾ Die klassischen Experimente beginnen mit Longenecker, Krauskopf und Bittermann (1952). Den Wandel der Haltung entnimmt man überzeugend den Studien von E. John Capaldi (von Capaldi 1966 und 1967 bis Capaldi und Verry 1981, Capaldi et al. 1984 oder Capaldi et al. 1988). Weitere Experimente und eine Übersicht auch des theoretischen Hintergrundes: L. Huber (1988).

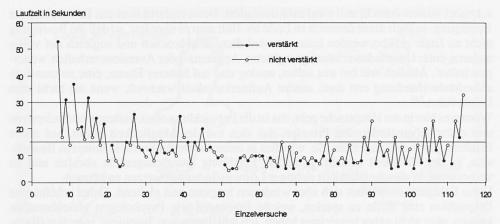


Abb. 9: Verhalten auf alternierende Verstärkung am Beispiel der Laufzeit von Ratten zum Futter. Es zeigt sich, daß die Tiere anfangs nach jeder Verstärkung (Futter vorgefunden) schneller laufen (zum leeren Futternapf), sich aber nach 70 Versuchen umgekehrt verhalten; gewissermaßen zählen, das Alternieren antizipieren (Ausschnitte aus Tyler, Wortz und Bittermann 1953).

Material so angewachsen und differenziert, daß Wolfgang Schleidt die, bis dato bewährte, Nomenklatur entwickelte. 23)

Nun stellt man dem AAM einen EAAM, einen durch Erfahrung modifizierten AAM, gegenüber, sowie einen EAM, einen erworbenen Auslösemechanismus, falls die Grundlage des AAM nicht mehr sichtbar ist, oder die Erfahrung ohne denselben zustande gekommen sein kann.

Die Übergänge vom AAM zum EAAM interessieren uns in erster Linie. Und zwar deshalb, weil uns hier in neuer Form die Überlagerung phylogenetischer Anleitung durch ontogenetische Erfahrung vorgeführt wird; und weil wir der Verfügbarkeit von individuell gemachter Erfahrung als einer der notwendigen Vorbedingungen des Bewußtwerdens wiederbegegnen und nochmals wiederbegegnen werden.

Neugeborene z. B. lächeln noch die einfachste Gesichtsattrappe an; einen bemalten Luftballon mit Augenpunkten und grinsendem Mund; besonders wenn er nickende Bewegungen ausführt. Schon nach wenigen Wochen, in welchen sie Menschengesichter kennenlernten, beginnen sie, sich vor solchen Attrappen zu fürchten. Und nach sechs bis sieben Monaten beginnen sie zu 'fremdeln' und lächeln nur mehr beim Auftreten wohlbekannter Gesichter, also vor allem beim Gesicht der Mutter. Gerade im Zusammenhang mit dem Bewußtwerden wird sich's zeigen, daß angeborene Erfahrungen zwar bis zur Unkenntlichkeit vom Erlernten, vor allem vom kulturell Erlernten, überbaut werden können, dennoch aber erhalten bleiben.

Aufschlußreich sind in diesem Zusammenhang auch die Übergänge im Bewegungsverhalten. Legt man einer Graugans ein Ei aus dem Nest, so rollt sie es mit dem Unter-

²³⁾ Die Schlüsselarbeiten von Lorenz sind jene von 1937 und 1943. Jene von Settz von 1940 und 1941, von Schleidt von 1962 und 1974. Übersichten findet man in den Bänden von Hassenstein 1980, Eißl-Eißesfeldt 1978 und Lorenz 1978. Einen ersten Bezug zur englischsprachigen Psychologie hat Medicus (1987) entworfen.

schnabel wieder zurück; und zwar erbkoordiniert. Denn entfernt man das Ei während der Bewegung, so läuft diese dennoch zu Ende ab. Hält man es aber fest, so daß die Bewegung nicht zu Ende geführt werden kann, so wird diese abgebrochen und sogleich auf völlig anderes, unter Umständen erfahrungsergänztes, Appetenz- oder Aversionsverhalten 'weitergeschaltet'. Ähnlich wie bei uns selbst, analog und auf höherer Ebene, eine automatisch ablaufende Handlung erst dann unsere Aufmerksamkeit wachruft, wenn sie nicht zum Erfolg führt.²⁴⁾

Worum es hier in der Hauptsache geht, das ist die Entwicklung eines weiteren, hochadaptiven und daher lebensfördernden Prinzips, das sich mit der Möglichkeit auftut, auf ältere Erfahrungen zurückzugreifen. So, wie dies in seiner höchsten Form, in unserem Bewußtsein, in der Fähigkeit besteht, gemachte Erfahrung situationsgerecht abrufen und zu verbesserter Wahrscheinlichkeit richtiger Lösungsfindung einsetzen zu können.

Diese Fähigkeit entwickelt sich aber wiederum langsam und gleitend. Dabei scheint eine Disposition eine Rolle zu spielen, welche Ethologen wie Psychologen gleichermaßen kennen, aber nicht näher bezeichnet haben. Ich will darum von 'Isopoiese' sprechen (RIEDL 1991a) und meine damit das Phänomen 'das Gleiche zu bilden'; daß Gedächtnisinhalte, die sich willentlich nicht verfügbar machen lassen, durch die Wahrnehmung einer einschlägi-

gen Situation aber sogleich gebildet werden und zutage kommen.

Bei Tieren mit weiten Wanderwegen ist es unwahrscheinlich, daß sie sich in jeder Lage, wie das Abb. 10 andeutet, von allen Wegsituationen eine Vorstellung abzurufen vermöchten. Vielmehr ist anzunehmen, daß es diese Situationen selbst sein werden, die ihnen Folgesituationen aus dem Gedächtnis holen. Ähnlich, wie wir selbst den Weg durch eine uns nur oberflächlich bekannte Stadt nicht in allen nötigen Wendungen aus unserem Gedächtnis zu fördern vermögen, uns aber darauf verlassen können, im Angesicht der ablaufenden Kette von Situationen den Weg wieder leicht zu meistern. Es handelt sich um die Überlegenheit des Wiedererkennens über die Reproduzierbarkeit. Ich komme darauf zurück.

Diese Disponibilität über Gedächtnisinhalte, die Stufen ihrer Entwicklung, wie die Wachheit, über welche wir sie einsetzen, wird für unser Urteil über das, was wir für wahrscheinlich und für wahr halten, noch eine besondere Rolle spielen.

²⁴⁾ Hier schließt der Übergang zur 'Willkürbewegung' an, aus Stücken von Erbkoordinationen zusammengesetzt und eine Vorbedingung des 'Einsichtshandelns'. Ich verweise auf die Literatur in Lorenz 1973 und 1978 sowie Ebl-Eibesfeldt 1978, muß diese Stufe im übrigen jedoch übergehen.

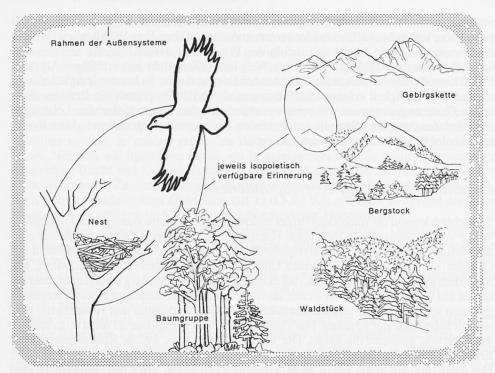


Abb. 10: Das Verfügbarwerden von Gedächtnisinhalten durch Isopoiese, das passive Auftreten (Gleich- oder Nachformen) von Einheiten aus dem cerebralen Informationsspeicher durch die Wahrnehmung entsprechender Bilder. Passives Wiedererkennen vor aktivem Erinnern. Am Beispiel der Wahrnehmungen eines Adlers während der Rückkehr von der Gebirgskette zum Nest.

Die Evolution des Für-Wahr-Nehmens

An der Wurzel der Möglichkeit individuellen Kenntnisgewinns fanden wir die Assoziation; und wir erkannten in ihr zunächst einen Vorgang im Nervensystem, welcher Reize oder Sinneswahrnehmungen – folgen diese wiederholt und zeitlich kurz aufeinander – in Verbindung bringt. Im einfachsten Falle ist dies der bedingte Reflex mit seiner im Tierreich weiten Verbreitung.

Schon dies ist ein Hinweis auf den universellen Erfolg des Prinzips. Es hat sich von den Nacktschnecken des Meeres bis zum Menschen nachweislich erhalten. Stammesgeschichtlich wird es ein Alter von einer halben Jahrmilliarde haben. Ein so universeller Erfolg kann biologisch nur aus einer Entsprechung mit einem ebenso universellen Prinzip in der außersubjektiven Wirklichkeit verstanden werden.

Erkenntnistheoretisch ist das eine interessante Situation. Für den Fall nämlich, daß uns unsere Sinne im Augenblick der Wahrnehmung nichts von einiger Gewißheit über die

außersubjektive Wirklichkeit anzugeben vermöchten, ließen sich schon aus den uns angeborenen, kenntnisschaffenden Mechanismen Aussagen über diese Wirklichkeit machen. Nach meiner Ansicht beruht der Erfolg des Programms darauf, daß die meisten sich wiederholenden Koinzidenzen in dieser Welt tatsächlich nicht von zufälliger Art sind. Dabei kann die Anzahl möglicher Irrtümer beliebig groß sein. Es kommt lediglich darauf an, daß die Häufigkeit erfolgreicher Lösungen durch das Programm die Irrtümer übersteigt. Genauer genommen: daß seine systemerhaltenden, lebensfördernden Leistungen die störenden, und vor allem die gefährdenden Konsequenzen überwiegen. Eine Korrespondenz sehr allgemeiner Art muß vorliegen.

Konditionierung auf Korrespondenzen

Tatsächlich kommt der reine Zufall in der makroskopischen Natur kaum in einer repetitiven Weise vor. In allem gibt es irgendeine Häufung, eine Clusterung. Selbst das Wetter oder die Formen der Wolken, oft als Beispiele für Unvorhersehbarkeit, selbst als Symbol des Gegensatzes zur Gesetzlichkeit eines Uhrwerkes herangezogen²⁵), sind geclustert. Mit Sicherheit kann angegeben werden, daß es nach dem dritten Regentag wahrscheinlicher ist, daß es am vierten nicht regnen werde, als diese Voraussicht nach dem zweiten Regentag gewesen wäre. Und ganz unwahrscheinlich ist es, Gewitterkumuli und Höhenzirren wiederholt nebeneinander zu sehen. Das Zufällige der Einzelereignisse sei nicht unterschätzt; es beherrscht geradezu die Szene. Die Wiederholung ist es, welche Koinzidenzen einer Erklärung durch den Zufall entzieht.

Der wiederholbare, reine Zufall im Makroskopischen ist ein Trick des Glückspiels; eine Sache der Mischung (von Karten) oder der Geometrie (eines Würfels). Aber schon beim Würfel bedarf es einer großen Genauigkeit der Form, der Homogenität des Materials und seiner Seiten, um über mehrere Dezimalen genau dieselbe Auftrittswahrscheinlichkeit zu sichern. Bedarf es z. B. in der Technik hoher 'Reinheit' des Zufalls, so greift man besser auf mikrophysikalische Prozesse zurück und vergrößert sie in den Makrobereich.

Selbst wir Menschen, Erfinder des makroskopisch repetierbaren Zufalls, sind an diesen noch ganz unangepaßt. Dies zeigt die bekannte 'Täuschung des Spielers' (das 'Monte-Carlo-Syndrom'); zu meinen, daß z. B. das Auftreten von 'schwarz' im Roulette wahrscheinlicher würde, wenn 'rot' zuvor wiederholt gekommen ist. In der Natur bestünde diese Erwartung vielmehr ganz zu Recht.

Das Einzige, was bei einer beträchtlichen Häufung von 'rot' tatsächlich bezweifelt werden könnte, das ist die Fairness des Spiels, der Glaube an das Herrschen reinen Zufalls. Nur so viel sei hier vorgegriffen.

Was aber schon an dieser Stelle interessieren soll, das ist die Art der Wahrscheinlichkeit, mit der wir es hier zu tun haben. Wären die Mechanismen der Evolution Wahrscheinlichkeits-Theoretiker, so könnten wir ihnen zuschreiben, daß sie von einem Wechsel subjektiver, bedingter Wahrscheinlichkeiten a priori und a posteriori ausgegangen sind. Nun denkt die

²⁵⁾ Man erinnere sich beispielsweise des Buchtitels: 'Of Clouds And Clocks' von Sir Karl Popper (1966). In diesem Band wird der Unterschied der beiden Systeme sehr zu Recht zur Kennzeichnung zweier sehr unterschiedlicher Prinzipien, indeterministischer und deterministischer Art, verwendet.

Welt nicht mathematisch, sie läßt sich nur mathematisch denken. Wir erkennen vielmehr daraus, in welcher Weise etwas von dieser Art außersubjektiver Wirklichkeit zu erfahren ist, wenn im voraus im einzelnen nichts gewußt werden kann. Oder genauer: wie ein Prinzip, das nur Versuch und Irrtum kennt und bisherige Erfolge speichert, etwas aus einer solchen Welt kennenlernt. Wir erfahren letzten Endes wieder etwas über einen Teil der außersubjektiven Wirklichkeit, Ich will dies gleich illustrieren.

Kann im voraus nichts mit Gewißheit gewußt werden, auf Voraussicht aber, da diese den Lebenserfolg bestimmt, nicht verzichtet werden, so muß zunächst irgendeine Annahme getroffen werden. In unserer rationalen Redeweise ist dies eine Wahrscheinlichkeit *a priori*. Nehmen wir irgendeine Größe an; beispielsweise, daß die Wahrnehmung einer Koinzidenz (Licht und Luftstrahl) mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auf das Wirken eines verborgenen Zusammenhangs oder aber auf den reinen Zufall zurückzuführen wäre, dann steht es (rechnet man Gewißheit mit 1) 0,5 zu 0,5; und dies entspricht auch der Voraussetzung völliger, im Sinne von 'gleichbemessener' Ungewißheit.

Das ändert sich schon mit der ersten Wiederholung dieser Koinzidenz. Denn die vergangene Wahrnehmung wird im Verhältnis zur gegenwärtigen zur Erfahrung. Die bisherige Annahme im voraus wird zu einer Wahrscheinlichkeit *a posteriori*. Und dies muß einen Einfluß haben auf die Beurteilung der zweiten Koinzidenz. Wie beim Münzwurf die Wahrscheinlichkeit, daß der 'Adler' fällt, 0.5 ist, daß er aber ein zweites Mal fällt (0.5×0.5) , also nur mehr 0.25 sein kann.

In einer Serie gleicher Ereignisse bedingt die Einschätzung der einen Wahrscheinlichkeit die aller folgenden. Es handelt sich um eine bedingte *a priori*-Wahrscheinlichkeit, die für die Beurteilung der Zufallswahrscheinlichkeit einer Wiederholung nur mehr 0.5^2 sein kann. Für den zehnten und hundertsten Fall nur mehr 0.5^{10} und 0.5^{100} ; so viel wie 1/1024 und 7.8×10^{-31} . Letzteres ist für irdische Bedingungen bereits eine Unmöglichkeit (ein Quintillionstel, eine Zahl hinter dreißig Nullen). Und wenn der Zufall als Erklärung einer Kette von Wahrnehmungen nicht mehr in Betracht kommen kann, muß mit der alternativen Lösung, mit dem Vorliegen eines Zusammenhanges, gerechnet werden; und das System tut gut daran, sein Verhalten danach zu richten. In Teil 3 werden diese Überlegungen an Modellen und empirisch zu prüfen sein.

Im Prinzip ist es gleichgültig, mit welcher subjektiven Wahrscheinlichkeit das System *a priori* ansetzt. Selbst das skeptischste System, das der Möglichkeit eines Zusammenhangs nur eine unter hundert Möglichkeiten, dem Zufall also, eine Wahrscheinlichkeit von 0,99 einräumt, würde in langer Serie nicht minder über einen Irrtum belehrt werden. Denn schon bei hundert Koinzidenzen $(0.99^{100} = 0.36)$ wird die Zufallswahrscheinlichkeit von der eines herrschenden Zusammenhanges um das Doppelte überwogen (0.36 zu 0.64). Und bei 500 bis 1000 Koinzidenzen sinkt sie von 0,0066 auf 0,000043. Eine Zufallsdeutung ist also längst wieder zu verwerfen.

Soweit die empirische Erfahrung zeigt, kann sich nicht einmal das Prinzip der Entwicklung einer bedingten Reaktion ein derartiges Maß an Skepsis erlauben. Der Kosten-Nutzen-Zusammenhang und die Selektion, bei der es um Adaptierungsgeschwindigkeit geht, läßt eine derartige 'Zurückhaltung' gar nicht zu. Die meisten Entwicklungen, wie die Abbildung 11 zeigt, sind mit dem Anlegen einer subjektiven Zufallswahrscheinlichkeit zwischen 0,9 und 0,96 ganz gut zu beschreiben.

Man lasse sich nun im gegebenen Zusammenhang nicht durch einen Vergleich mit unserem reflektierenden Verhalten täuschen. Unser Thema hat die Ebene sich bildender neuronaler Verknüpfungen noch nicht verlassen, und wir müssen zunächst voraussetzen,

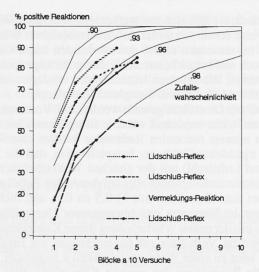


Abb. 11: Die Entwicklung bedingter Reaktionen verglichen mit der subjektiven Wahrscheinlichkeit. Dem Zufall wird hier am Zustandekommen der Koinzidenzen von unbedingtem und bedingtem Reiz 90 bis 98% (der Notwendigkeit des Zusammenhanges also sehr vorsichtig nur 2 bis 10%) eingeräumt (die empirischen Daten nach Grant und Schipper 1952, Ross 1959, Hartmann und Grant 1960 sowie Behrend und Bittermann 1964).

daß nichts gewußt werden kann. Das ist bei unseren Urteilen völlig anders, da eine Fülle von Zutreffendem oder aber vermeintlich und irrigerweise als einschlägig betrachtetem Hintergrundwissen und Vorurteilen jene Wahrscheinlichkeiten a priori in weiten Grenzen variieren läßt.

Es sei auch nicht übersehen, daß die Entwicklung einer bedingten Reaktion kein Urteil über die Art des Zusammenhangs enthält, auf dessen anscheinende Gegebenheit sich das Verhalten eingestellt hat. Mit unserer bewußten Reflexion sind wir hingegen rasch mit einer Erklärung zur Hand, reden in der Regel von einem Kausalzusammenhang, wiewohl dieser über unbekannte, sekundäre und tertiäre Bedingungen gegeben, als Finalzusammenhang oder überhaupt nicht gegeben sein kann.

Wären die Evolutionsmechanismen Erkenntnistheoretiker, man müßte sie zu den reinen Empiristen stellen, nahe David Hume, der zu Recht erklärte, daß sich nur das *post-hoc* beobachten läßt, das *propter-hoc* aber erst von uns einer Koinzidenz hinzugefügt wird.²⁶⁾

²⁶⁾ D. Hume, englischer Philosoph (1711–1776), antimetaphysisch kritischer Empirist. Vertrat in seinen Hauptwerken (1739/40 und 1748) auch die populär gewordene Ansicht, man könne nicht feststellen, daß der Stein warm wird, weil die Sonne scheint, sondern nur, daß der Stein warm wird, wenn die Sonne scheint.

Restriktive Kohärenzen

Nun kann, wie erinnerlich, keineswegs alles konditioniert werden, wie die extremen Behavioristen seinerzeit gemeint haben behaupten zu dürfen. Ich will gar nicht auf die Begrenzung der Sinne eingehen. Dies ist trivial.

Schon weniger trivial ist der Umstand, daß auf diese assoziative Weise nur repetitive Phänomene wahrgenommen werden, also solche, die aus Serien von Erfahrungen gewissermaßen prognostiziert und aus Serien bestätigter Prognosen dann 'für wahr' gehalten werden können. Was sich für die Wahrnehmung, aus der Fülle zunächst bedeutungsloser Koinzidenzen, nicht wiederholt, kann als eventuell notwendiger Zusammenhang gar nicht erkannt werden. Kenntnis von Zusammenhängen zu gewinnen, gelingt diesem Prinzip nur über den Abbau redundanter Prognostik. In unserer Ausdrucksweise kann man sagen, daß uns Zusammenhänge nur aus dem redundanten Teil dieser Welt einsichtig werden. Sind dagegen Bedeutungen als gewiß oder vermeintlich vorgegeben, führen schon einmalige Wahrnehmungen zu höchst fixierten Deutungen; wie das Trauma zeigt.

Nun ist diese Welt der Erscheinungen und Vorgänge gewiß hoch redundant; das heißt, daß sich dieselben in sehr ähnlicher Weise oft bis ungemein oft wiederholen. Wie groß aber der nichtredundante Teil ist, beispielsweise die Inhalte aller sich nicht wiederholender Geschichte (des Kosmos, des Lebendigen, der Kulturen), das bleibt als Menge gar nicht bestimmbar. Aber selbst die Aufeinanderfolge jener redundanten Koinzidenzen muß zeitlich sehr dicht sein. Das assoziative System ist auf die Wahrnehmung kurzen Aufeinanderfolgens angewiesen. Je länger das Zeitintervall zwischen den notwendig zusammenhängenden Phänomenen ist, umso schwieriger bis unmöglich wird diesem System die Entdeckung.²⁷⁾

Zu diesen Restriktionen, an welche oft gar nicht gedacht wird, kommen aber noch die Wirkungen weiterer im System vorliegender Kohärenzen. Es sind das die Prädispositionen anatomisch vorgegebener Bahnungen, sowie, wie man sich erinnert, jene appetitiven und aversiven Programme, die mit dem Entstehen von Assoziation mit abgerufen werden können. Es sind Handlungsanleitungen zur Problemlösung. Und diese sind zwar, wie die vorgegebenen Bahnungen, selektiv zur Adaptierung, zur Korrespondenz mit Phänomenen der Außenwelt entstanden. Aber sie wurden in den Erbprogrammen festgelegt und somit zu Kohärenzen im System, lange bevor sie zur Gewinnung neuer Korrespondenzen mit der Außenwelt – durch die neue Möglichkeit assoziativen Erfahrungsgewinns – herangezogen werden konnten.

Freilich handelt es sich um biologisch, also zur Systemerhaltung vorteilhafte Restriktionen, aber dies aus stammesgeschichtlich oft weit zurückliegenden Lebensumständen. Und diese filtern nicht minder, was nun zu erkennen und wie dem Erkannten handelnd zu entsprechen wäre.

²⁷⁾ Als optimales Zeitintervall zwischen dem bedingten und dem unbedingten Reiz, also die Zeitbedingung, welche eine bedingte Reaktion am verläßlichsten bilden läßt, gelten 0,2 bis 0,5 Sekunden. Bei einem Intervall von nur wenigen Sekunden (Hemmung durch Verzögerung) treten Schwierigkeiten auf. Übersicht in Angermeier und Peters (1973).

Erweiterte Korrespondenz mit der Welt

Ein neuer assoziativer Griff in die Außenwelt gelingt dem System am Wege von der unmittelbaren Reaktion zu den Vorstufen des Gedächtnisses. Die Experimente mit stochastischer partieller Verstärkung und die des Mustererkennens zeigten, daß bereits weiter zurückliegende Reize, in diesem Sinne frühere Formen von Erfahrung, zur Regulation und Adaptierung des Verhaltens herangezogen werden können. Der Erfolg, der die Entwicklung eines solchen neuen Speichers voraussetzt, muß wieder in einem allgemeinen Prinzip gelegen sein, das in den Systemen der Außenwelt zu suchen ist.

Wird dem, was wir Häufigkeiten nennen, bereits im reaktiven Verhalten, jenseits jeder bewußten Interpretation, entsprochen, so ist vorauszusetzen, daß es dafür eine Entsprechung in der außersubjektiven Wirklichkeit geben muß. Und es besteht kein Anlaß zu dem Verdacht, daß Häufigkeiten bloß ein Produkt unseres reflektierenden Verstandes wären.

Dasselbe muß für Wahrscheinlichkeiten des Auftretens gelten.

Dies demonstrierte mit besonderer Deutlichkeit das Phänomen langsamerer Löschung nach einer Konditionierung mit geringerer Häufigkeit der Bekräftigung (man vergleiche nochmals Abb. 8. Seite 63). Wie wir fanden, kommt hier etwas zutage, das wir, in unserer Sprechweise ausgedrückt, wie ein Vertrauen auf das Gleichbleiben jener bestimmten Auftretenswahrscheinlichkeit erleben.

Eine weitere, im Prinzip ganz andere Korrespondenz mit der Außenwelt gelingt dem neuen Speicher in einem Übergang, den wir Beobacher uns als einen vom Reagieren zum Zählen gedeutet haben.

Natürlich ist es richtiger, der Beschreibungsebene entsprechender, wenn hier noch nicht von Zählen, sondern von Mustererkennen (patterning behavior) gesprochen wird. Aber diese Vorform des Gedächtnisses, das richtige Reagieren auf Muster von Reizen, ist jedenfalls eine Vorbedingung für jede spätere Form des Abzählens.

Diese Leistung im Nichtbewußten kann kaum überschätzt werden. Denn sie öffnet dem Kenntniserwerb ein Tor zur richtigen Reaktion auf zeitlich wie räumlich auseinanderliegende Wahrnehmungen, wiewohl diese durch ganz andere, sogar kontradiktorische

Wahrnehmungen getrennt sein können.

Nun also wird durch die aufgedeckte Leistung gezeigt, daß ein Verarbeitungsprinzip von Daten entstanden ist. Dieses kann man nur verstehen, wenn man der Außenwelt, neben einer Konstanz von Häufigkeiten und Auftrittswahrscheinlichkeiten von Zuständen und Vorgängen, auch die Möglichkeit einer Clusterung zuschreibt, nämlich einer räumlich und zeitlich getrennten Wiederkehr und Wiedererkennbarkeit.

Wir werden finden, daß dieser Rückgriff auf gemachte Erfahrung, noch ganz im Nichtbewußten, die Vorbedingung schafft zu den komplexen Leistungen der Klassenbildung und der Induktion, d. h. der Bildung allgemeiner Erwartungen und Prognosen aus Gruppen spezieller Einzelerfahrungen. Und aus dieser, schon erblich gegebenen, Anlage werden wir auch ihre schicksalhaften Konsequenzen für unser vorbewußtes oder unreflektiertes Denken aufschließen können.

Koinzidenzen, Wahrscheinlichkeiten, Muster und Klassen von Zuständen und Ereignissen in dieser Außenwelt für wahr zu nehmen und letztlich aus Gruppen spezieller Erfahrungen das Allgemeine zu bilden ist also keine Leistung, die mit unserem reflektierenden Verstand entsteht. Es ist umgekehrt. Unser Verstand entsteht aus diesen Möglichkeiten unserer nichtbewußten, erblichen Ausstattung.

Grenzen des Für-Wahr-Nehmens

Eine weitere und entscheidende Möglichkeit des Kenntniserwerbs, also einer Erweiterung der Korrespondenz mit der Außenwelt, beruht, wie man sich erinnert, auf der Modifikation unserer angeborenen, verhaltensauslösenden Mechanismen durch die Erfahrung. Dies hat man leicht vor Augen.

Was sich aber unserer Aufmerksamkeit leicht entziehen kann, ist der Umstand, daß alle Ergänzung durch Erfahrung eben nur eine Modifikation dieser alten Entscheidungshilfen darstellt. Sie muß von deren Lösungsvorschlägen ausgehen. Und so weit sich die Modifikation auch von ihrem Ausgangspunkt entfernen mag, ihren Ansatz kann sie nicht verleugnen.

Alles, was zu erlernen ist, erfolgt also unter jeweils sehr speziellen Auspizien und unterliegt Constraints, die nicht unterschätzt werden sollen. Auch besitzen wir Hinweise darauf, daß es gerade unsere grundlegendsten Bezüge und Einstellungen zur Welt sind, die nur in ganz bestimmten, prägbaren Phasen zustande kommen. Ist die jeweils sensible Phase vorbeigegangen, scheint ein Umlernen kaum mehr möglich zu sein.

Man erinnert sich an unser Beispiel vom Erlernen von Gesichtern; genau genommen vom Gewinn der Einstellung, welchem Gesicht zugelächelt, also Zuneigung und Vertrauen gegeben werden soll. Man wird sich darum vorstellen können, in welchem Ausmaß auf diese Weise unsere Einstellung gegenüber Menschenrassen, Ausdrucksformen und Stilen zustande kommt. Letzten Endes wird das Grundlegendste in unserer Haltung gegenüber dieser Welt, ob sie im ganzen als gut oder aber als böse zu betrachten sei, uns in dieser Entwicklungszeit angewöhnt oder in einem gewissen Maße sogar eingeprägt.

Betrachten wir nur noch die Mangelerscheinungen an diesem einen Beispiel. »Der früher übliche routinemäßige Wechsel des Personals von Spitälern und Kinderbewahranstalten«, sagt Konrad Lorenz, »hat die üble Folge, daß die ersten Bindungen, die das Kleinkind zu bestimmten Bezugspersonen zu entwickeln beginnt, immer wieder abgebrochen werden. Das führt zu schweren Störungen, deren wichtigste darin liegt, daß die Fähigkeit zur Bildung persönlicher, zwischenmenschlicher Beziehungen einer echten Inaktivitäts-Atrophie unterliegt. So entstehen Symptomenkomplexe, die dem des schizophrenen Autismus ähneln und oft mit ihm verwechselt werden.«²⁸⁾

Wir werden sehen, wie sehr die Entwicklung solcher Einstellungen gegenüber der Welt bis in das Lernverhalten reicht und selbst unser Urteil gegenüber den Theorien der Begabung beeinflussen kann. Denn nicht minder wird das, was wir als die nichtbewußte, subjektive und bedingte a priori-Wahrscheinlichkeit kennenlernten, von optimistischen oder aber derlei pessimistischen Haltungen bestimmt.

²⁸⁾ Es fehlt damit "die unabdingbare Voraussetzung für die Entstehung jener höheren Bindungen, die Menschenwesen in Liebe und Freundschaft aneinander ketten". Beide Zitate sind dem Lehrbuch von LORENZ (1978, Seite 218) entnommen.

Was also die Begrenzung dessen betrifft, was der Mensch für wahr hält, für gegeben oder überhaupt für wahrnehmenswert, so gibt darüber schon der 'Konstruktivismus' einigen Aufschluß. Davon muß aber später nochmals die Rede sein.²⁹⁾

Hier soll nur noch daran erinnert werden, wie früh manche Menschen aus der Spielphase und dem Neugierverhalten in den Zustand des rigiden Erwachsenen einschwenken, in dem nichts mehr gelernt wird, sondern alles Urteilen auf nicht mehr änderbaren Einstellungen und Vorurteilen beruht.

Die Gegenstände des vorliegenden Themas sind nun schon weitgehend von jenen des Bewußtseins überlagert oder mit diesen durchflochten. Sie gehörten ins nächste Kapitel, wären nicht ihre nichtbewußten Grundlagen so bestimmend. Wir wissen nämlich aus der Verhaltensforschung, daß die Funktion des Spielens darin besteht, zwischen sehr differenten Verhaltensprogrammen die Möglichkeit schneller und nützlicher Verbindungen herzustellen. Die Rigidität oder Perseveration, mit der beispielsweise Droh- und Demutsverhalten, Verteidigung und die Darstellung von Zuneigung von der Anlage her weit auseinandergehalten werden, wird durch Übung überwunden. Die Programme werden zu differenzierteren Verhaltensweisen kombiniert.

Nun handelt es sich bei angeborenen Verhaltensweisen gewiß nicht nur um Motorik. Sie enthalten ganz allgemein die Lösungsanleitungen für Lebensaufgaben. Die Möglichkeit ihrer willkürlichen Verbindung untereinander, die dann als 'Willkürbewegung' zu erkennen ist, wird auf die richtige Verwertung von Augenblicksinformation gelenkt. Dies aber deutet bereits Einsichtsverhalten an. Man spricht von AIAM, 'Augenblicksinformation auswertende Mechanismen'. Wo bestimmte Verknüpfungen nicht entstehen konnten, scheint auch kein Einsichtsverhalten möglich. Nichts Einschlägiges wird dann wahr- und schon gar nicht für-wahr-genommen. Es sind damit neue Kohärenzen im System entstanden, welche die Entwicklung neuer Korrespondenz zur außersubjektiven Wirklichkeit ausschließen. ³⁰⁾

Die Beziehung zwischen Rigidität und Mangel an Einsicht hat tiefe Wurzeln, tief im Nichtbewußten.

Es steht also, wenn wir auf die 'Evolution des Für-Wahr-Nehmens' zurückblicken, außer Frage, daß der assoziative Gewinn von Erfahrung die Entwicklung zutreffender Korrespondenz mit der Außenwelt ungemein bereichert und beschleunigt. Der evolutive Erfolg ist dafür die Ursache. Derselbe Evolutionsmechanismus aber, der dies förderte, verlangt Kohärenzen im Binnensystem, wobei immer wieder festlegende Strukturen dem Wahrnehmbaren ganz entscheidende Grenzen setzen. Und da sie uns eben nicht wahrnehmbar sind, ist davor zu warnen, sie zu unterschätzen.

Man vergleiche dazu die Kapitel Willkürbewegung, Einsicht und Neugierverhalten in LORENZ 1978. In Gesprächen der achtziger Jahre hat mich Konrad Lorenz wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß er die Entdeckung der AIAMs für die wesentlichste, das heißt bei ihm 'die konsequenzenreichste' seines Forscherlebens hält.

²⁹⁾ Manche Konstruktivisten unterscheiden eine Welt 1 und eine Welt 2. Sie stellen zu Recht fest, daß die Phänomene der Welt 1 (etwa was ein Wald wäre) von Menschen ziemlich gleich beurteilt werden, sie aber im Urteil über die Welt 2 (ob er schön, gefährlich, nützlich oder gespenstisch wäre) ganz voneinander abweichen. Literatur z. B. in SCHMIDT (1987).

Dispositionen für das Bewußtwerden

Eine notwendige Vorbedingung für das Werden des Bewußtseins ist, nach meiner Ansicht, vor allem der Besitz von Gedächtnis. Und zwar nicht nur das ultrakurze, neuronale Gedächtnis, welches wir als die Möglichkeit für die Verschaltung zu einer bedingten Reaktion anzunehmen hatten. Wichtiger noch wird jenes 'zerebrale Gedächtnis', das bereits außerhalb (oder oberhalb) der Bahnung der bedingten Reaktion liegen muß, weil es zurückliegende Wahrnehmungen zu integrieren oder auch einzeln bereitzustellen vermag.³¹⁾

Gedächtnis im engeren Sinne bestimmen wir entsprechend als die Möglichkeit, zeitlich zurückliegende Gegenstände der Wahrnehmung verfügbar zu haben. Im einfachsten Fall müssen wir mit einer Art Automatik der Abrufung rechnen, wie das die Beispiele von der partiellen Bekräftigung über das Mustererkennen, bis zur Isopoiese, gezeigt haben. Die höhere Form beruht erst viel später auf der Fähigkeit, Gedächtnisinhalte absichtsvoll abrufen und kombinieren zu können.

Dieses Zwischengebiet des nichtbewußten Einflußnehmens von Gedächtnisinhalten, gleich nun, ob sich dasselbe ganz unserem Bewußtsein entzieht oder bewußtgemacht werden kann, ist von Interesse. Es trifft ziemlich genau das Phänomen, um welches sich mein ganzes Argument dreht. Nämlich darzulegen, woraus unsere unreflektierten Entscheidungen, etwas für wahr zu halten, zu verstehen sind; und in welchem Zusammenhang solcherart Lösungen mit unseren rationalen Urteilen stehen.

Natürlich gibt es noch weitere notwendige Vorbedingungen für das Bewußtwerden, wie diese erst gemeinsam als eine zureichende Erklärung zu verstehen sind. Sie reichen von den Disponibilitäten des Nervensystems bis zur selektiven Förderung durch das äußere Binnensystem, die Kommunikation, und das Außensystem, das Milieu der Species. Ihnen brauchen wir weiterhin nur in wenigen Perspektiven nachzugehen. Im Vordergrund der für unser Thema aufschlußreichen Dispositionen bleibt die Wirkungsart gemachter Erfahrung.³²⁾

Über den Einsatz von Erfahrung

Entwicklungspsychologen haben in überzeugender Weise dargelegt, daß die allmähliche Abtrennung des 'Selbst' aus der Welt mit der Entwicklung von Erfahrung einhergeht. Und zwar in einem Wechselbezug: wenn sich nämlich Wahrnehmungen von Zuständen und

³¹⁾ Bekanntlich wird in der Terminologie der Psychologen, und zu Recht, ein Kurzzeit- von einem Langzeitgedächtnis unterschieden. Diese Differenzierung liegt auf einer höheren, rein cerebralen Ebene. Meine Abtrennung eines neuronalen, ultrakurzen Gedächtnisses liegt tiefer und wird dem Bewußtsein, nach dem engeren Begriff von Gedächtnis, offenbar nie verfügbar.

³²⁾ Ausführlicheres über das Werden und die Zustände des Bewußtseins findet man in einem Band, den wir unter dem Zusammenwirken mehrerer Disziplinen zusammenstellen: im Band 4 unserer Wiener Schriften zur Wissenschaftstheorie', herausgegeben und bearbeitet von GUTTMANN und LANGER (1991).

Ereignissen in zunehmendem Maße als nicht zu einem selbst gehörig erweisen, auch die zu einem selbst gehörigen distinkter werden; und umgekehrt. Das Selbst und die Welt rücken gewissermaßen gleichzeitig und gleichmäßig auseinander.

Daß das mit Gewinn von Erfahrung einhergeht und diese voraussetzt, liegt auf der Hand. Bestimmt man Bewußtheit mit der Fähigkeit, Gedächtnisinhalte von gemachter Erfahrung abrufen und mit diesen gezielt umgehen zu können, dann setzt Bewußtsein individuelle Erfahrung voraus und diese Gedächtnis. Schöne Beispiele dafür gibt das Werden der 'Objekt-Permanenz' und die gedankliche Repräsentation von Gegenständen.

Vor allem Jean Piaget gibt dafür viele Beispiele. Es bedarf natürlich der Erfahrung, damit ein Kleinkind erwarten kann, daß ein Bällchen, das außer Sicht geriet, dennoch weiter existiert; daß es ferner in jener Richtung gesucht werden müsse, in der es verschwand. Gemachte Erfahrung wird verfügbar und dadurch zu gedanklicher Repräsentation.³³⁾

Das Entsprechende erkannten die Ethologen, die von der 'zentralen Repräsentation des Raumes' sprechen, vom 'Handeln im Anschauungsraum', wie Lorenz ausdrücklich sagt. Nun kommt es mir darauf an, zu zeigen, daß wir von unseren nichtbewußten Mechanismen beim Umgehen mit Gedächtnisinhalten belehrt werden, noch lange bevor wir absichtsvoll Gedächnisinhalte abrufen oder gezielt Erfahrung sammeln. Selbst unsere Aufmerksamkeit oder Wachheit, also die Entscheidung darüber, ob wir einen Zusammenhang, den wir physiologisch aufgenommen haben, überhaupt psychologisch wahrnehmen, wird uns nichtbewußt vorbereitet; gewissermaßen zum Bewußtsein geführt. Dieses Prinzip muß die Entstehung unseres hellen Bewußtseins ganz wesentlich gefördert haben, denn immer noch wirkt es in uns weiter.

In meinem Beispiel begleite man mich bei einer Waldwanderung. Nach stürmischen Tagen liegen tote Äste über dem Pfad. Wir nehmen sie zwar wahr und stolpern nicht, sondern übersteigen sie oder knacken sie unter unseren Schritten. Aber wir haben sie bald alle vergessen und von ihnen nicht mehr in Erinnerung, als daß es 'viel gefallenes Astwerk' gab. Auch an einer Weggabelung überschritten wir einen Ast, der schräg in unsere Wegrichtung wies und haben ihn, wie alle anderen auch, vergessen. Es bedarf aber nur weniger Wiederholungen solcher als mögliche Zufälligkeiten vergessener Situationen ('wieder ein Ast in der Weggabelung'), und schon wird, und zwar völlig unaufgefordert, unsere Aufmerksamkeit geweckt; als ob uns jemand aufmerksam machte. Das heißt zunächst, daß die scheinbar verschwundenen Gedächtnisinhalte gar nicht verschwunden, sondern alle erhalten sind und, wie wir sagen, 'unwillkürlich' auftauchen, um sich vergleichbar dem Bewußtsein zusammenzustellen. Der ganze abstrahierende Vergleich der Situationen muß nichtbewußt erfolgt sein. Und nun erst folgt darauf die Reflexion, der Versuch einer Erklärung solcher Koinzidenz. Denn diese hat sich eben vom Zufälligen abgehoben. 'Da also herrscht Notwendigkeit oder Absicht!' Und auf den Erklärungsversuch folgt die Probe aufs Exempel. Werden wir, nun aufmerksam, an den folgenden Wegzweigungen wieder je einen 'richtungsweisenden' Ast vorfinden? 'Tatsächlich!', so sagt man sich schon nach einigen Bestätigungen: 'Da hat jemand die Wegrichtung bezeichnet'.

Man wird aus der eigenen Lebenserfahrung viele solche Beispiele des 'Aufmerksamwerdens' kennen. Und ich halte dies für ein bedeutungsvolles Phänomen. Denn es zeigt uns, wie das

³³⁾ Man vergleiche aus dem großen Werk von PIAGET vor allem den Band 2 der 'Gesammelten Werke' (1975) und seine erkenntnistheoretischen Folgerungen (1983); ferner KLIX (1980) und R. MAYER (1979) sowie die dort zitierte Literatur.

besprochene Phänomen der Isopoiese, zu dem es gehört, daß unser Bewußtsein nicht erst aufgrund des Handhabbarwerdens von Gedächtnisinhalten (potentieller Erfahrung) zustande gekommen ist, sondern daß es schon durch Koinzidenzen nichtbewußter Wahrnehmungsverarbeitung automatisch einbezogen und wachgerufen wird. Es herrscht eine 'Isodynamik', wobei sich die bewußte Rechenschaft in diesem Sinn passiver zeigt als der rein sinnliche Teil der Wahrnehmung und deren automatischer nichtbewußter Verarbeitungsmechnismus. Es wird von diesem gelenkt.

Dies widerspricht nur scheinbar der richtigen Einsicht von Karl Popper, daß unser individuelles Lernen nicht mit einem Kübel zu vergleichen ist, in den passiv Kenntnisse eingetrichtert werden, sondern daß wir uns vielmehr wie ein Scheinwerfer verhalten, der sich das Merkens-werte aktiv aus der Welt heraussucht.³⁴⁾

Nur ist es in jenem Zwischengebiet, das uns interessiert, der ältere, nichtbewußte Apparat, der, etwa im Sinne Poppers Scheinwerfer, wachsam ist und das Bewußtsein weckt, wann immer dessen Instanz gefordert wird. Wir erfahren damit, welcher Mechanismus diesen Scheinwerfer so konsequent und unaufgefordert in Betrieb hält.

Eine Hypothese vom 'Anscheinend Wahren'

Das Funktionieren dieses Apparates macht nochmals auf das Auftreten der uns schon bekannten, sich wiederholenden Koinzidenzen aufmerksam. Übersetzt man die Entwicklung einer bedingten Reaktion über die Terminologie der Wahrscheinlichkeitstheorie in die Sprache unserer bewußten Erwartungshaltung, dann kommt ein sehr auffallender Zusammenhang zutage.

Wir verhielten uns danach so, als ob mit der Bestätigung einer Prognose das Eintreten der Folgeprognose wahrscheinlicher werden würde.

Dies ist nun erstaunlicherweise auch tatsächlich der Fall. Selbst bei einem Experiment im Laboratorium, das ein ganz unerwartetes Ergebnis bringt, erleben wir nach Wiederholung ein gleiches Ergebnis als Bestätigung. Und nach mehreren Wiederholungen und gleichen Ergebnissen glauben wir ja nicht, daß ein solches aus statistischen Gründen nunmehr über längere Zeit nicht mehr eintreten werde; daß es sich um eine Serie glücklicher Zufälle handle. Vielmehr werden wir die Wiederholungen bald einstellen, weil wir die Wahrscheinlichkeit, daß doch wieder dasselbe Ergebnis zu erwarten sein werde, schon nahe der Gewißheit einschätzen. Wir nähern uns einem Urteil über unsere Einsicht in die außersubjektive Wirklichkeit, welches wir als 'die empirische Wahrheit' empfinden.

Ich habe dieses Beispiel zur Illustration der Anleitung, welche diese Hypothese suggeriert, aus jenem (gewissermaßen oberen) Ende gewählt, wo wir ihre Lösungsvorschläge am leichtesten bewußt mitvollziehen können; wo uns dieselben plausibel erscheinen. Es sei

³⁴⁾ In 'Anhang 1', "Kübelmodell und Scheinwerfermodell: Zwei Theorien der Erkenntnis" bei POPPER (1974). Die Sinnesorgane selbst sind allerdings dem Kübelmodell noch sehr nahe. Die höheren Zentren und das resultierende Verhalten entsprechen dem Scheinwerfer.

aber nicht übersehen, daß uns diese Lösung aus jener nichtbewußten, angeborenen Disposition suggeriert wird, die zu unserem 'Ratiomorphen Apparat' gehört.³⁵⁾

Die Wirkung und die Lösungsfindungen dieses nichtbewußt operierenden, eben 'ratiomorphen' Apparates ist hier von Interesse, und zwar speziell hinsichtlich einer der angeborenen Hypothesen, die er enthält: jener 'Hypothese vom anscheinend Wahren'.

Daß es sich schon in unserem Beispiel vom Laborexperiment um eine ratiomorphe Lösungsfindung oder Erwartungshaltung handelt, wird man zunächst gar nicht für möglich gehalten haben. Zu sehr ist dort alles schon von Reflexion und rationaler Theorie überlagert. Und ich werde noch darzustellen haben, daß es sich hier um das 'Induktionsproblem' handelt, mit seiner Beziehung zum 'Wahrheitserweiternden Schluß', der als rationale, logische Operation tatsächlich nicht möglich ist.

Ich wähle darum als nächstes Beispiel eines aus dem Forschungsgebiet des sogenannten 'Wahrscheinlichkeits-Lernens'. Die Experimente werden dabei von den Versuchspersonen wiederum durchaus wach mitvollzogen, wiewohl das Ergebnis, wie man leicht sehen wird,

gewiß kein rationales sein kann. 36)

Versuchspersonen, wie Foppa referiert, »saßen vor zwei Lampen, von denen eine als Signallicht diente und vor jedem Versuch kurz eingeschaltet wurde. Manchmal leuchtete fünf Sekunden später auch die zweite Lampe auf. Dieses Ereignis sollte von den Probanden erraten werden. Unabhängig von den Vorhersagen folgte das kritische Licht, für jeweils eine Gruppe von Versuchspersonen, in 100, 75, 50, 25 und 0% der Versuche auf das Signal«, und zwar bei 75, 50 und 25% in einer Zufallsfolge. Dabei zeigte sich in allen Versuchen »die Tendenz, die relativen Häufigkeiten der Reaktionen den relativen Häufigkeiten des Aufleuchtens des kritischen Lichtes anzupassen«. Man vergleiche die Abbildung 12.

Natürlich wurden hier von den Versuchspersonen nicht Prozentwerte durch Abzählen von Häufigkeiten errechnet. Und gewiß wurde in jedem Fall eines Ereignisses nur geraten. Aber in einer, wir sagen nun 'ratiomorphen Weise' kam man den Prozentverhältnissen erstaunlich nahe, ohne daß die Versuchspersonen rationale Angaben über ihre Reaktionsweise hätten machen können.

Auch ist das Ergebnis schon deshalb nicht trivial, weil rational eine Strategie naheliegt, die eine höhere Trefferwahrscheinlichkeit sichert; nämlich nicht eine Häufigkeit nachzubilden, sondern stetig das häufigere Ereignis vorauszusagen.³⁷⁾

³⁵⁾ Konrad Lorenz hat (1973) den Begriff des 'Ratiomorphen Apparats' für jene angeborenen und nichtbewußten Programme eingeführt, die zwar vernunftähnlich zweckvoll zur Systemerhaltung beitragen, aber nichts mit bewußter Vernunft zu tun haben. Das Wort ist Βrunswik (1955) entlehnt, wiewohl dort von anderer Bedeutung. Eine Systematik der ratiomorphen Hypothesen in Riedl. (1980).

³⁶⁾ Experimente mit dem 'Wahrscheinlichkeitslernen' begannen Brunswik (1939) und Humphreys (1939). Das Prinzip ist bereits gut in der Studie von Grant, Наке und Hornseth (1951) dargestellt. Weitere Literatur findet man übersichtlich verglichen bei Foppa (1965) unter dem Kapitel 'Wahrscheinliche Bekräftigung'.

³⁷⁾ Nämlich bei 75 % des Aufleuchtens stetig das Aufleuchten vorherzusagen, bei 25 % dagegen stets das Ausbleiben. Die Zitierung ist Foppa (1975, den Seiten 110 bis 112) entnommen, der sich hier auf die klassische Studie von Grant, Hake und Hornseth (1951) stützt.

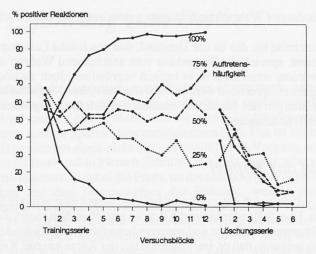


Abb. 12: Wahrscheinlichkeits-Lernen beim Menschen. Aufgetragen ist die Häufigkeit der positiven Reaktionen in bezug auf das vermutete Auftreten eines (Folge-)Ereignisses bei unterschiedlicher Auftretens-Häufigkeit. Man beachte, daß sich die Erwartung der Vpn in der Trainings-Serie jenen Häufigkeiten anpaßt. In der Löschungs-Serie (keine Folgeereignisse) zeigen die Verläufe wieder umgekehrte Steilheit (aus Grant, Hake und Hornseth 1951; man vergleiche dazu Abb. 10, Seite 67).

Man wird sich in diesem Zusammenhang sehr zu Recht der Ergebnisse erinnern, welche Versuche mit 'partieller Bekräftigung' von bedingten Reaktionen erbrachten (Abb. 8, Seite 63). Auch in diesen Experimenten erreichten die Reaktionshäufigkeiten zunächst ganz die Häufigkeiten der Bekräftigungen des bedingten Reizes durch den unbedingten, z. B. des Lichtsignals durch den Luftstoß auf die *Cornea*. Und dies hatte zweifellos nichts mit Bewußtsein zu tun.

Ebenso interessant ist es, daß auch die Abläufe der Löschung, sobald also dort die Bestärkung durch den Luftstoß, da das Aufleuchten des kritischen Lichtes, ganz eingestellt wurde, dieselben Arten von Gefällen zeigen (zum Vergleich nochmals die Abb. 12 mit der Abb. 8, Seite 63).

Man erinnert sich 'Humphreys' Paradoxon'. Wir fanden das Phänomen gar nicht mehr paradox, sondern als den Ausdruck eines biologisch sehr sinnvollen Verhaltens. Wir glauben eben nicht mehr, daß es der Umfang der Verstärkung sein muß, der sich in der Festigkeit einer Assoziation darstellt. Im Gegenteil. Es kann das Ausbleiben einer bisher höchst stetigen Koinzidenz physiologisch viel leichter registriert werden als das Ausbleiben einer schon bisher recht unsteten.

Nun zeigt es sich also auch beim Wahrscheinlichkeitslernen (vgl. Abb. 12), daß das Ausbleiben des kritischen Lichts dann am schnellsten wahrgenommen wird, wenn in der Lernphase des Experiments die Koinzidenz von Startlicht und kritischem Licht am stetigsten war. Hier nun scheint uns dieses Leistungsgefälle, wie wir uns ausdrücken, höchst naheliegend, weil uns das Verschwinden des bislang Verläßlichen sichtbarer erscheint als das des bislang ohnedies schon Unverläßlichen.

Dabei sei nicht übersehen, daß es sich wiederum um keine logisch begründbare Operation handelt, sondern um eine kybernetische, eine der Abwägung wiederum im Sinne rein

subjektiver und bedingter Wahrscheinlichkeiten a priori, wie wir diesen schon wiederholt begegneten.

Was dabei von Interesse ist, das ist der Umstand, daß uns solche Leistungen, wie sie der ratiomorphe Apparat, speziell die 'Hypothese vom anscheinend Wahren' anleitet, sobald sie uns bewußt werden, wenn auch nicht logisch begründbar, doch als höchst vernünftig erscheinen. Und ganz entsprechend werden wir weiterhin rational-logische und ratiomorphkybernetische Leistungen des Menschen einander vergleichend gegenüberstellen und in Teil 3 experimentell untersuchen.

Rückblick auf das Kapitel

Der Gegenstand, mit dem sich dieses Kapitel befaßte, nimmt eine zentrale Stelle in meiner Untersuchung ein. Er enthält oder bietet die Brücke zwischen dem molekularen Kenntnisgewinn unserer Stammesgeschichte und unserem bewußten, reflektierenden Lernen.

Ersterer erfolgt so langsam, daß er, im Vergleich mit der Kürze unserer Kulturgeschichte, wie eine unveränderbare oder unverbrüchliche Grundlage aller weiterer Entwicklung betrachtet werden kann. Das betrifft sowohl die Korrespondenzen, die das System adaptiv zu den Bedingungen des Außensystems entwickelt hat, als auch die Grenzen, auf welche sich die Selbstreferentialität der Kohärenzen innerhalb des Systems einlassen mußte.

Letzterer dagegen, unser bewußter, reflektierender Kenntnisgewinn, scheint Grenzen nicht wahrnehmen zu müssen. Vor allem dann, wenn man sich auf die Frage nach der phylogenetischen Herkunft dieser Leistung nicht einläßt; sei es aus Unkenntnis oder aus Geringschätzung dessen, was wir als ratiomorphe Anleitung aufgedeckt haben. Dann aber bleibt die Herkunft unserer Vernunft weiterhin ein Rätsel; unter Einschluß aller Widersprüche, die ein solcher im Gefolge hat.

Es schien mir darum nützlich, der Entwicklung des assoziativen Kenntnisgewinns mehr Raum zu geben, gerade in seinem noch nicht bewußten, ratiomorphen Bereich, um darzulegen, von welchen Vorbedingungen unser reflektierendes Denken ausgehen mußte. Das betrifft die Eigentümlichkeiten der Weise, in der neue Korrespondenz mit der Welt geschaffen wird, wie auch die Constraints, welche die neuen Kohärenzen im System vorschreiben.

Das betrifft aber auch die Eigentümlichkeiten, mit welchen, wie zu zeigen sein wird, unsere reflektierende Vernunft nun trachtet, von ihrer geschichtlichen Grundlage abzuheben.

Von der Erfahrung zum Denken

Man erinnert sich, daß die Evolution, namentlich der Organismen, immer wieder neue Systeme synthetisiert, die sich qualitativ von jenen, die sie zusammensetzen, wesentlich unterscheiden. Und zwar in einem Maße, daß die neuen Funktionen und Leistungen in ihren Konstituenten auch in Spuren nicht nachzuweisen sind. Das ist höchst auffallend. Dennoch handelt es sich um einen nicht nur ganz natürlichen Vorgang, sondern auch um eine durchaus verstehbare und in kleinen Schritten mitvollziehbare oder rekonstruierbare Entwicklung. Von Interesse ist dabei die Frage, ob die neuen Systemeigenschaften aus dem Zusammenwirken und den Eigenschaften der Bauteile, welche das neue System konstituieren, hätten vorausgesehen werden können. Dabei zeigt es sich, daß dies im Regelfalle nicht möglich ist. Und zwar deshalb nicht, weil die Anzahl der Möglichkeiten, in welchen sich Teilsysteme zusammenfügen können, mit der Komplexität des Systems außerordentlich groß wird; und angesichts solcher Zahlen würden wir, nach unserem Fassungsvermögen, nur feststellen können, es werde so gut wie alles möglich sein. Dies aber anerkennen wir nicht als eine prüfbare Voraussicht.

Ich werde in diesem Gegenstand ausführlicher sein. Deshalb nämlich, weil der Phasenübergang vom Nichtbewußten zum Bewußten in der Reihe der Phasenübergänge, die wir behandeln, jener ist, den wir selbst bewußt erleben können. Er macht uns darum ungleich mehr Eindruck, als etwa jener vom molekularen zum assoziativen Erfahrungsgewinn, da man diesen eben nicht erleben, sondern nur aufdecken kann. Ganz entsprechend ist die Entstehung des Bewußtseins ganz zu Unrecht zur Würde eines nachgerade zentralen Rätsels menschlicher Stammesgeschichte stilisiert worden.

Nun ist die neue Qualität, die mit dem reflektierenden Bewußtsein entsteht, vor allem in ihren Konsequenzen gewiß nicht hoch genug einzuschätzen; aber der Vorgang des Entstehens ist um nichts erstaunlicher als das Werden aller anderen neuen Qualitäten.

Was sich im Übergang der Phase zum Bewußtsein im wesentlichen vollzieht, das ist die Handhabbarkeit von Gedächtnisinhalten, das allmähliche Werden der Möglichkeit, dieselben absichtsvoll abzurufen, zusammenstellen und vergleichen zu können. Dies ist auch mit den Begriffen des subjektiven Erlebens und der Wahrnehmung, mit Wachheit, Gewahr-Werden und Aufmerksamkeit zu beschreiben, letztlich mit der Helle des Bewußtseins selbst.

Disziplinen, die uns die Übergänge in dieser Phase beschreiben, sind die Ethologie, die Psychologie, namentlich die Kinder- oder Entwicklungspsychologie, und die Medizin. Haben also schon Tiere ein subjektives Erleben? Konrad Lorenz hatte diese Frage (1963) behandelt und sagte zunächst: »Wenn ich darauf antworten könnte, hätte ich das Leib-Seele-Problem gelöst!«, räumte aber bald darauf ein, daß er dieses subjektive Erleben bei höheren Tieren annehmen müsse, denn sonst könnte er sie nicht verstehen. Tatsächlich

³⁸⁾ Konrad Lorenz hat dieses Phänomen (1973) am Beispiel der Entstehung des Schwingkreises illustriert und den Begriff 'Fulguration', metaphorisch im Sinne eines 'zündenden Funkens', verwendet. Ich bin in meinen Arbeiten seit 1976 (³1984) dem Phänomen nachgegangen und spreche von Phasenübergängen, weil man 'Fulguration' als einen esoterischen, naturwissenschaftlich nicht erklärbaren Vorgang mißdeuten konnte.

glauben wir alle, »daß Tiere ein Erleben haben; schließlich gibt es Tierschutzgesetze und wir martern Tiere nicht unnötig.« Dabei ist unsere Annahme nach der Entwicklungshöhe sehr gestuft, denkt man an unser Verhalten gegenüber einer Auster oder einem Hund. Auf welche Weise aber wissen wir etwas über das Erleben selbst eines Menschen? »Mein Wissen«, setzte Lorenz fort, »um das subjektive Erleben meiner Mitmenschen und meine Überzeugung, daß auch ein höheres Tier, etwa ein Hund, ein Erleben hat, sind miteinander nahe verwandt.« Beides beruht auf der 'Du-Evidenz', wie sie schon Karl Bühler bestimmte; im Sinne Lorenz', als »eine echte *apriorische* Notwendigkeit des Denkens und der Anschauung«.³⁹⁾

Von der Erfahrungs- zur Vorstellungswelt

Die Entwicklung des Bewußtseins muß also an Zuständen und Funktionen ansetzen, welche mit Bewußtsein noch wenig zu tun haben; und der Umstand, daß uns diese Entwicklung hier interessiert, hängt mit den Constraints zusammen, von welchen wir erwarten müssen, daß sie unseren bewußten Akten nicht nur zugrunde liegen, sondern diese auch mitsteuern.

Entsprechend werde ich im folgenden Kapitel, das sich mit dem Wechselspiel limitierender Kohärenzen und dem Aufschluß neuer Korrespondenz mit den Außensystemen beschäftigen soll, danach trachten, die Constraints dem Gewinn an neuer Anpassung gegenüberzustellen.

Kohärente Dispositionen

Wir erinnern uns der vorauslaufenden Bedingungen. Da war zunächst eine der Vorbedingungen die Verknüpfungsmöglichkeit von Reflexbahnen für den assoziativen Kenntnisgewinn. Gleichzeitig mit dem Umstand, daß keine Assoziation möglich wird, wo solche Verknüpfung nicht über Funktionserweiterung und Funktionswandel schon aus ganz anderen Funktionen prädisponiert war. Da war ferner die Bedingung, vom neuronalen zu einem cerebralen Gedächtnisspeicher weitergreifen zu können. Und dies ist insofern nicht trivial, weil die peripheren Teile von Nervensystemen folglich von dem Fortschritt, der vom Reagieren über das Integrieren zum Zählen oder Mustererkennen führt, weitgehend ausgeschlossen bleiben.⁴⁰⁾

³⁹⁾ Die obigen Zitate stammen alle aus der Studie von Lorenz 1963, und zwar aus dem Wiederabdruck der im Band II gesammelten Aufsätze (1965, Seite 360). Der Psychologe Karl Bühler zählte zu jenen Lehrern von Lorenz in Wien, auf die er sich oft berief. Man vergleiche auch Hediger (1947 und 1980).

⁴⁰⁾ Die frühe Entstehung eines Zentralorgans des Nervensystems der Wirbeltiere ist die dispositionelle Folge der 'Einrollung' der bei ihren Ahnen anzunehmenden dorsalen 'Neuralplatte'. Bei Mollusken, Insekten oder Krebstieren stehen dagegen mehrere Ganglien-Zentren nebeneinander und mögen konkurrierend die Entwicklung höherer Leistungen behindert haben.

In einer zweiten Beschreibungsebene haben wir festgestellt, daß die EAM auf AAM aufbauen; daß also die Gewinnung von Erfahrung in komplexeren Verhaltensweisen auf der Disposition vorausgegebener Erbkoordinationen aufbaut, und daß die Entwicklung der AIAM, der Augenblicks-Information auswertenden Mechanismen (Systemen), Spiel und Übung voraussetzen, um Teile von Erbkoordinationen zu Willkürbewegungen und Einsichtsverhalten kombinatorisch zusammensetzen zu können. Vielfach wird die Entwicklung von Einsicht also dort ausgeschlossen sein, wo in prägenden Phasen der Entwicklung diese Kombinatorik spielend nicht erlernt wurde.

Endlich haben wir in einer dritten Ebene der Entwicklung und Beschreibung beobachtet, daß auch unter Bedingungen unzweifelhaft gegebenen, hellen Bewußtseins das Auffinden von Zusammenhängen in der außersubjektiven Wirklichkeit zur Gänze eine Leistung des Nichtbewußten sein kann. Wie unser Beispiel von den 'richtungsweisenden Ästen' zeigte, kann das Nichtbewußte selbst aus komplexen und räumlich wie zeitlich weit auseinanderliegenden Wahrnehmungsinhalten, welche aus dem Gedächtnis absichtsvoll keineswegs mehr abgerufen werden könnten, die Koinzidenzen vergleichend abstrahieren und die Aufmerksamkeit der bewußten Wahrnehmung wachrufen, wir sagen: gewahr machen und auf den Gegenstand lenken.

Nachdem uns eine bewußte Beeinflussung nichtbewußter Weisen der Datenverarbeitung offenbar nicht möglich ist, muß man sich vor Augen halten, in welchem Ausmaß unser Gewahrwerden von jener Datenverarbeitung nicht nur gefördert, sondern auch begrenzt oder beschränkt werden muß. Alles, wie wir uns ausdrücken, 'worauf wir stoßen' oder 'was uns dämmert' oder 'aufgeht', wird aus jener nichtbewußten Leistung stammen. Auch für das, was wir 'Entdeckung' nennen, mag großteils sie der Schrittmacher sein; gegenüber der 'Erfindung', welche wohl einen größeren Anteil an Konstruktion und absichtsvollem Verfolgen einer Lösung enthält.

In unserem Kontext interessiert, daß wir hier jenem Übergang vom Für-Wahr-Nehmen zum Für-Wahr-Halten wiederbegegnen; der Schwelle von unseren physiologischen zu den psychologischen Interessen. Wobei der Phasenübergang im gegebenen Falle dort liegt, wo eine nichtbewußt gesteuerte Datenverarbeitung allmählich von einer reflektierenden, bewußt gesteuerten überbaut wird. Wobei uns eine volle Ablösung der letzteren nur im Rahmen axiomatisch deduktiver Denkformen möglich scheint, etwa in der Mathematik und formalen Logik; und auch dies nur unter der Bedingung, von der 'schmutzigen Wirklichkeit' abzuheben.

Natürlich ist dies nur einer der Übergänge vom Unbewußten zum Bewußten. Eben jener, der unsere Fragestellung nach den 'biologischen Grundlagen des Für-Wahr-Haltens' betrifft. Sucht man ein generelles Prinzip, das uns verstehen läßt, unter welchen Bedingungen sich das Nichtbewußte dem Bewußtsein mitteilt, so mag dieses in der biologischen Funktion allgemeinen Gewahrwerdens zu suchen sein. Das gilt für die Warnung des Schmerzes, eine Situation zu meiden oder ein Organ zu schonen, für die Lust, eine lebens- oder artfördernde Situation wieder anzustreben, sowie für alle jene Fälle, in welchen bei Überforderung oder Konflikten zwischen den Automatismen zur Lösungsfindung die Oberinstanz anzurufen ist.

Entsprechend mehrgliedrig ist, wie dies Abbildung 13 zusammenstellt, auch der 'Wechselverkehr' zwischen dem Nichtbewußten und Bewußten. Über Körperzustände steigen Nachrichten ins Bewußtsein auf, ebenso wie Willensakte absteigend das Verhalten lenken. Nur auf Körperzustände ist die Wirkung des Bewußtseins, auch mit Übung, begrenzt.

Motorik wiederum kann spielend, wie auch absichtsvoll, erlernt werden, funktioniert aber

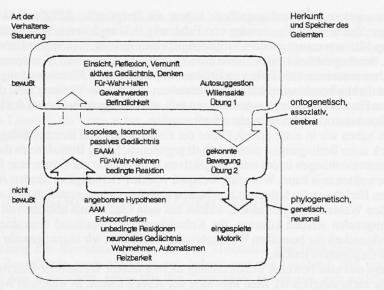


Abb. 13: Wechselverkehr des Bewußtseins mit dem (tieferen) Nichtbewußten sowie des ontogenetischen mit dem (tieferen) phylogenetischen Speicher an verfügbaren Kenntnissen. Man beachte das Überwiegen der aufsteigenden Bedingungen (AAM: angeborene Auslösemechanismen, EAAM: erfahrungsgestützte AAM).

erst dann perfekt, wenn die Anleitung in die nichtbewußte Steuerung abgesunken ist. Und das Bewußtsein wird erst aufgerufen, wenn die automatische Steuerung angesichts einer nicht eingeübten Problemsituation überfordert ist. Das gilt vom Radfahren bis zum Klavierspielen.

Das Gedächtnis ist dabei erstaunlich gut. Auch nach Jahrzehnten der Nichtübung sind gekonnte Bewegungen noch abrufbar; oft eben zum Erstaunen. Aber sie werden erst durch die Verwendung des Geräts der Übung wiederverfügbar. Gewissermaßen 'isomotorisch', da sich wenig anderes im Gedächtnis zu finden scheint als der Zusammenhang zwischen Handlung und Gerät.

Ein Zweites ist das Bildgedächtnis, dessen isopoietischer und isokinetischer Abrufautomatik wir schon begegneten. Und wir erinnern uns, daß im Übergang der Phase das absichtsvolle Abrufen durch Aufsuchen der auslösenden Bildsituation gefördert wird. Erst gewissermaßen 'zu Fuß' (real nachvollziehend), dann 'mit Übung' in Gedanken. Dabei erweist sich alles assoziativ erworbene Gedächtnis, wann und wie immer es sich reproduzieren läßt, als über Wahrnehmungen entstanden, als abgesunken, deponiert und als wieder hervorgeholt.

Ganz ähnlich funktioniert das sogenannte verbale oder semantische Gedächtnis, mit welchem sich die Psychologen fast ausschließlich befaßten. Noch bis Ende der siebziger Jahre gab es «eine systematische psychologische Gedächtnisforschung nur im Bereich des verbalen Lernens«; wobei man auch das Behalten sinnloser Silben in großer Breite untersuchte. Dieses Gebiet geht über unsere Fragestellung hinaus. Das wenig Bekannte, das vor demselben liegt, war unser Gegenstand. ⁴¹⁾

⁴¹⁾ Das Zitat, das aus der Übersicht von Bredenkamp (1977, Seite 143) stammt, mag noch heute gelten. Man findet dort die Gliederung des Themas, sowie die wesentliche Schlüsselliteratur zitiert. Zum Thema Tsopoiese' vergleiche man auch Riedl (1991a).

Neue Korrespondenz mit der Außenwelt

Die wesentliche neue Leistung, am Wege von einer Erfahrungs- zu einer Vorstellungswelt, liegt im vorliegenden Zusammenhang in einer Erweiterung der Verfügbarkeit von Gedächtnisinhalten, sowie in einer Verbesserung der Möglichkeit, diese zu vergleichen, zu abstrahieren, zu gruppieren und zu kombinieren. Im Prinzip sind das zwar alles Leistungen, welche wir schon als die des Nichtbewußten kennen. Dennoch ist die Erweiterung unverkennbar.

Den funktionellen Phasenübergang kann man sich auf dem Wege von der Isopoiese zum Aufrufen von Hintergrundwissen vorstellen. Wenn es im ersteren Fall bei bildlichen Assoziationen bleibt, so weit die Bilder auch abstrahiert sein oder auseinanderliegen mögen, erlaubt das Bewußtsein, wenn auch wiederum über bildliche Hilfen, die Verknüpfung nachgerade beliebiger Inhalte. Damit wird mit einer solchen, fast unbegrenzten Erweiterung der Kombinatorik allmählich alles erreicht, was, wie wir sagen, unserer Vorstellung möglich ist. Folglich können die Korrespondenzen mit der Außenwelt ganz wesentlich erweitert werden, wie gleichzeitig aber auch die Vorstellung von Unmöglichem und Absurdem in ganz neuer Weise möglich werden kann.

So wird mir der Leser ohne Schwierigkeiten folgen, wenn ich vorschlage, sich ein Flugfeld voll von Segelschiffen vorzustellen, die wir alle (weil sehr klein) in einen Topf schütten und mit Wasser übergossen (weil aus Zucker) darin auflösen. Man kennt diese Kombinatorik aus Träumen, die sich ja von unserem alltäglichen Denken wesentlich durch eine geringere Zensur unterscheiden. ⁴²⁾

Daß schon das einfachste bewußte Handeln Erfolg haben kann, muß also bereits auf einer zunächst nicht bewußt gesteuerten Zensur beruhen. Denn jede ganz ungebremste Kombinatorik von Gedächtnisinhalten führte zu einer solchen Unzahl von Möglichkeiten, daß die Trefferchance für eine erfolgreiche Handlungsanleitung gleich Null werden müßte. Die Zensur oder Ordnungsanweisung, die hier (bewußt oder nicht) anleitet, nennen wir recht summarisch Erfahrung. Wir wissen schon seit den Aufgaben, die Wolfang Köhler (1921) Schimpansen gestellt hat, daß sie vielfach eine kompliziertere »Handlungsfolge nicht durch Probieren erlernten«. Beispielsweise eine hochhängende Banane nur mit Hilfe zweier getürmter Kisten plus einem Stock herunterholen zu können. »Vielmehr«, so referiert Eibl-Eibesfeldt heute die Experimente, »konnte ein Schimpanse ruhig dasitzen und bloß umherschauen – zur Kiste, zum Platz unter der Banane, zur Banane usf. – bis ihm die Lösung einfiel. Die Handlungsfolge ist in solchen Fällen erdacht, das Probieren ist nach innen verlegt.« Wir sprechen von 'Handeln im Vorstellungsraum', innerhalb also einer 'zentralen Repräsentation des Raumes' der Außenwelt. **

Es versteht sich dabei, daß die Erfahrung des Schimpansen bereits zensuriert oder sachgemäß kombiniert (Abb. 14); daß man nämlich eine Kiste erklettern, aber mit ihr nicht

⁴²⁾ Sehr überzeugend unterscheidet Dreher (1981) in uns einen Traumspieler, der mit nur leichten Zensuren aus Erinnerungen und Vorstellungen beliebig kombiniert, von einem Traumerleber, der sich, wie von anderer Hand, vor Zustände gestellt sieht, mit welchen er sich nun sehr persönlich auseinandersetzen muß.

⁴³⁾ Zitiert aus Eibl-Eibesfeldt (1967, Seite 313). Diese Erfahrungen haben sich auch in neueren Untersuchungen immer wieder bestätigt. Man vergleiche die Studien von Crawford (1937), Kohts (1935), Rensch (1962), Rensch und Döhl (1968), Griffin (1976), Schleidt und Crawley (1980).

schlagen kann, und daß dies bei einem Stock genau umgekehrt ist. Schon hier beginnt, was ich unter Hintergrundwissen verstehe und das bei sachkundigen Menschen ganz erstaunliche Dimensionen erreicht.

Für die neue Korrespondenz mit der Außenwelt, wie auch für die Einschätzung der Gruppe, was wir 'die äußere Binnenwelt' nannten, bedeutet dies sehr viel. Wir besitzen nämlich keinen Hinweis darauf, daß isopoietische Leistungen, um bei unserem Beispiel zu bleiben, das Zusammenwirken von Stock und Kiste suggerieren könnten. Sehr wohl dagegen wissen wir, was die Wahrnehmung eines Stockes oder einer Kiste automatisch an Erfahrungen abrufen kann, die mit diesen Gegenständen schon gemacht und gespeichert wurden.

Wir kennen dies von uns selbst als die sogenannten Denkzwänge, von allen jenen Fällen, in welchen die Handlung, die uns eine Struktur suggeriert, die erwartete Lösung geradezu verhindert. Beispielsweise einen Schürhaken zur Problemlösung nicht zum Heranangeln eines Gegenstands zu verwenden, wie dies seine Form suggeriert, sondern als Gewicht für ein Pendel. Oder die Aufgabe, einen quadratischen Raster aus neun Punkten mit vier Geraden in einem Zug zu verbinden, was mißlingen muß, solange man sich nicht von der Suggestion des Quadrates befreit.⁴⁴⁾

Dies wird noch alles isopoietisch gesteuert sein und kommt entsprechend über die Assoziation zwischen dem Bild und der mit dem Gegenstand gemachten Erfahrung kaum hinaus. Erst das Handeln im Anschauungsraum erspart das physische Herumprobieren. Es wird zum Probehandeln in der Vorstellung.

Ganz Entsprechendes kennt man aus der frühen Entwicklung des Kindes bereits seit den Studien von Jean Piager; und neuere Studien haben vieles bestätigt.

So hat zum Beispiel DeLoache »bei Kindern zwischen zweieinhalb und drei Jahren die Entsprechung zwischen der Vorstellung eines Raumes und der eines verkleinerten Modells untersucht. Vor den Augen der Kinder wurde in einer der Stube gleich eingerichteten Puppenstube ein Objekt versteckt, und man hat diese dann aufgefordert, das entsprechende in der Stube selbst zu finden. Das wurde von Dreijährigen zu 80%, von Zweieinhalbjährigen in 15% der Fälle gelöst. Zwischen diesen Altersklassen also entwickelt sich die räumliche Modellvorstellung. Daß es sich dabei tatsächlich um Denken in Raummodellen handelt und nicht nur um eine symbolische Abstraktion, geht daraus hervor, daß bereits Zweieinhalbjährige die in der Stube versteckten Objekte, nach Zeigen des Versteckens auf Farbphotos, finden konnten.« 45)

Erwachsenen, auch der Naturvölker, ist das Probehandeln in der Vorstellung selbstverständlich, und zwar immer dann, wenn dies die Ökonomie empfiehlt oder kein praktischer Versuch möglich ist und die Aussicht besteht, daß die gespeicherte Erfahrung für die Lösungsfindung zureicht. Wir wissen aber auch, daß Ausfälle im Gehirn, psychische

⁴⁴⁾ Sehr zu Recht spricht man in der Kognitiven Psychologie im Rahmen von Problemlöseverhalten von 'irreführenden Ähnlichkeiten' und von 'funktionaler Gebundenheit'. Typisch ist das 'Neun-Punkte-Problem', das 'Zwei-Seile-Problem' und das 'Kerzenproblem' (zuletzt in Riedl. 1979, Seite 91, und Anderson 1988, Seite 201).

⁴⁵⁾ Man vergleiche zu diesem Thema Tolman (1948) und Schleidt (1985), aus den Werken von Piaget den jüngsten Band (1975). Die Zitierung nach DeLoache (1987) stammt aus einem Vortrag von Wolfgang Schleidt (1991) in unseren Seminarien zur Wissenschaftstheorie (Wien). Er ist in dem Band von Guttmann und Langer (1991) erschienen.

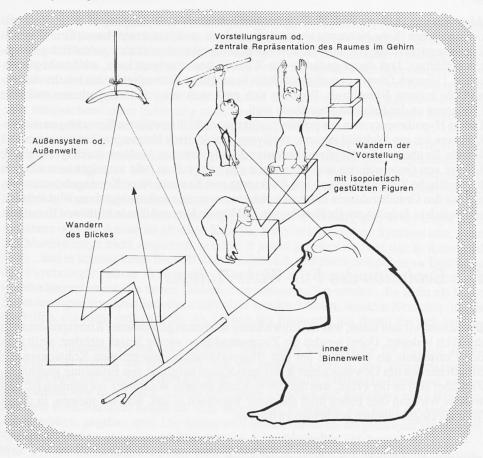


Abb. 14: Probehandeln im gedachten Raum am Beispiel einer Problemlösung (die Banane nur mit Hilfe zweier Kisten und eines Stockes erreichen zu können). Das Wandern des Blickes und die spontane Lösung zwingen zur Annahme, daß im Vorstellungsraum experimentiert wurde (zusammengestellt nach Angaben von Eibl-Eibesfeldt 1978 und W. Köhler 1921).

Krankheiten und Drogen die Leistung annähernd auf Kleinkinderart reduzieren und selbst ganz abschalten können.

Der evolutive Erfolg der Leistung liegt natürlich auf der Hand. Nicht nur zeitlich und energetisch ist der Vorgang im Vorteil; man denke auch, wieviel Ungemach und Gefahr vermieden werden kann, wenn die Folgen einer Handlung im voraus, wie wir uns ausdrükken: überlegt werden. Karl Popper sagt (1974) treffend: daß nun die Hypothese stellvertretend für den Besitzer sterben kann.

Dabei sei aber nicht vergessen, daß all dieses Vorstellen von assoziativ isopoietischen Prozessen im Unbewußen, auf welche wir unmittelbar keinen Einfluß haben, angeführt und bedingt wird. Jene erwähnten Fehler durch Denkzwänge sind ja nur die Ausnahmen üblicherweise höchst erfolgreicher Handlungsanleitung. Es sind Fallen, die wir uns zur Prüfung unserer Leistung ausgedacht haben.

Aber was nun in dieser Welt als Gegebenheit betrachtet wird, hängt nicht mehr allein von der sinnlichen Wahr-Nehmung ab, sondern, und wie auch immer auf dessen Grundlage, in zunehmendem Maße von einer kombinatorischen, praktisch oder aber gedanklich gemachten Erfahrung. Daß dieses gedachte Für-Wahr-Halten stets irren kann, wird nicht überraschen. Dennoch führt es nun ungleich tiefer in mögliche Korrespondenzen mit der Außenund der äußeren Binnenwelt. Wenn es sich auch stets aus seinen Hypothesen und über Prognosen an der Erfahrung bewähren muß.

Dieses Hypothesensystem aus praktisch oder mutmaßlich bewährten Erwartungen entwikkelt, was wir ein Weltbild nennen, ein System subjektiver Neigungen, Erwartungen und Urteile. Es überwindet das plump Plakative der angeborenen Auslöser durch typologische Cluster von Gegenständen und Vorgängen und bringt diese, wie zu zeigen sein wird, in hierarchische Zusammenhänge von Strukturen und Klassen. Neue Korrespondenzen, sogar mit den Grundstrukturen einer als kohärent erwarteten außersubjektiven Wirklichkeit, setzen sich in Anleitungen für Handlungen und Urteile fest; und dies in Millionen Kreaturen.

Die Evolution des Für-Wahr-Haltens

Betrachten wir nun näher, was die Entwicklung solcherart gewonnener Korrespondenz mit der Welt bedeutet. Dabei werden die Zusammenhänge wieder besser sichtbar, stellt man den Constraints als die Folge der den Binnensystemen vorgegebenen Kohärenzen die Möglichkeiten des Gewinns neuer Korrespondenzen aufgrund von Erfahrung gegenüber. Zunächst also zu der Frage, was der Entwicklung unseres Weltbildes vorgegeben ist; und welche Wirkung dies haben muß auf unser Vertrauen in das, was wir meinen, in dieser Welt als Gegebenheiten betrachten zu müssen.

Synthetische Urteile a priori

Es mag überraschen, in einer Darstellung des sich entfaltenden Bewußtseins bereits einem Begriff aus der Erkenntnistheorie zu begegnen, wie man diesen eher bei der Behandlung der Philosophiegeschichte erwarten würde. Tatsächlich haben wir es aber schon in den vergangenen Kapiteln wiederholt mit synthetischen Urteilen *a priori* zu tun gehabt. Es schien mir nur noch nicht empfohlen, diese Bezeichnung zu verwenden.

A priori, aus dem Lateinischen, bedeutet bekanntlich 'von dem Früheren her', von vornherein. Diese Bezeichnung gewann drei (oder vier) Bedeutungen; »logisch: das 'von Natur' oder dem Wesen nach Vorhergehende; psychologisch: das zeitlich Vorausliegende, Angeborene; erkenntnistheoretisch (kantisch): das von der Erfahrung Unabhängige und sie (a posteriori) Ermöglichende; dazu 'das Apriori', von den Neukantianern gebraucht für den Inbegriff dessen, was unabhängig von der Erfahrung gilt.«

Zu alledem, was hier Hoffmeisters 'Wörterbuch der philosophischen Begriffe' so knapp differenziert nebeneinanderstellt, wird unser Thema Beziehung haben. Die Differenzierung wird sich sogar noch gliedern. Zwar nicht in ein semantisches Problem, aber doch in eine Differenzierung nach der Ebene der Sprechweise; allerdings über ein und denselben

Gegenstand. Dies gilt unter drei Voraussetzungen; daß man erstens 'Erfahrung' im obigen Kontext in unserem Sinne präziser als 'ontogenetische Erfahrung' auffaßt; als den Erfahrungsgewinn im Leben einer Kreatur, wie dies auch die Philosophen meinen. Wohingegen vom phylogenetischen, vom genetisch verankerten Erfahrungsgewinn der Stammesgeschichte bei diesen noch nicht die Rede ist. – Daß man zweitens nicht nur an den Erfahrungsgewinn des Menschen, namentlich des Kulturmenschen denkt, wie das unterlegt ist. – Und daß man entsprechend unter Erfahrung nicht nur den Gewinn von menschlicher Erkenntnis verstehen will, sondern den von Kenntnis überhaupt. 46)

Was man unter Synthese versteht, ist bekannt; die Verbindung von mehrerem zu einer Einheit; in der Erkenntnistheorie die Verbindung von Wahrnehmungen, Vorstellungen und Begriffen miteinander. Und als ein synthetisches Urteil gilt dann ein 'Erweiterungsurteil', also eines, das über seine Prämissen, die aus der Erfahrung stammen, hinausgeht. Wieder 'Erfahrung' im ontogenetischen Sinne.

Nach den Neukantianern: was unabhängig von dieser Erfahrung gilt; in der Logik: eine Annahme oder ein Axiom im gleichen Sinn. Für Kant ist eine »solche Synthese rein, wenn das Mannigfaltige nicht empirisch, sondern *a priori* gegeben ist (wie das in Raum und Zeit)... und es können keine Begriffe dem Inhalte nach analytisch entspringen«. Endlich in der Psychologie: einen Willensakt, »durch den die einzelnen Empfindungen und Empfindungselemente zu neuen Einheiten zusammengefügt werden, die nicht als bloße Summierungen von Empfindungen aufgefaßt werden können, sondern Neuschöpfungen darstellen, die mehr enthalten als die Summe der Elemente, aus denen sie sich aufbauen«.⁴⁷⁾

Geht man, unserem Thema entsprechend, noch einen Schritt tiefer ins System, in die Ethologie, so können wir feststellen, daß wir spontanen Akten, also Verhaltensweisen begegnet sind, die sich zweifellos auf mehr beziehen als die Summe der Elemente, welche sie auslösen. Wir sahen auch, daß die Beziehung zwischen der Auslösung einer Reaktion und ihrer Funktion nicht empirisch vom Individuum gewonnen sein kann, sie muß ihm *a priori*, erblich, gegeben sein. Die Reaktionen wirken damit so, als gründeten sie sich auf Annahmen und als gälten sie unabhängig von der individuellen Erfahrung.

Was wir im Zusammenhang mit dem genetischen Lernen als angeborene Auslösemechanismen kennenlernten, entspricht weitgehend jenen Bestimmungen. Natürlich sind es keine bewußten Urteile, sondern Programme für Verhaltensweisen. Was aber beiden gemeinsam ist, das ist ihre Funktion als Anleitung zum erfolgreichen Handeln.

Beim 'Kindchenschema' beispielsweise können wir den Zusammenhang selbst miterleben. Es zeigt sich, daß wir Säuger und Vögel mit runder Kopfform, mit relativ großem Kopf und wieder relativ großen Augen als 'herzig' empfinden. Das äußert sich in Verhaltensweisen, die von der spontanen Zuneigung bis zum Liebkosen und zu Pflegehandlungen führen; und, wie man zugeben muß, ohne daß dies persönliche Erfahrung anleiten muß. Was schon daraus erkenntlich wird, daß man es schwerhätte zu begründen, warum einem Tiere mit

⁴⁶⁾ Man kann den Begriff 'Erkenntnis' natürlich auf den bewußten und absichtsvollen Kenntnisgewinn des Menschen (oder sogar des Kulturmenschen?) beschränken, wenn man die unnötige Schwierigkeit der Abgrenzung gegen den Begriff der 'Kenntnis' in Kauf nehmen will. Diskussion zu diesem Thema in RIEDL und WUKETITS (1987). Die Zitierung ist HOFFMEISTER (1955, Seite 72) entnommen.

⁴⁷⁾ Die Zitate, das erste nach Immanuel Kant, das zweite nach dem Psychologen W. Wundt, sind wieder Hoffmeister (1955, der Seite 597) entnommen.

relativ kleinen Köpfen und Augen, spitzen Köpfen und scharfen Profilen weniger pflegeempfohlen erscheinen.⁴⁸⁾

Natürlich besteht der Zweck des Programms darin, die Pflege unserer Babys weiter abzusichern. Doch seine Auslösung, auch beispielsweise durch Vögel, macht seine Automatik sichtbar. Es ist *a priori* gegeben; und geht als ein *a posteriori*-Produkt phylogenetischen Lernens auch unseres Stammes, ebenso wie im Falle von Tieren, gewiß über die Erfahrung hinaus. Es löst mit wenigen Merkmalen Haltungen und Handlungen aus, die weit über das hinausgehen, was die auslösenden Merkmale enthalten.

Setzt man den Vergleich angeborener Verhaltensprogramme weiter in die Geschichte der Lebensleistungen fort, indem man sich an den Effekt etwa der Mundhöhlenausfärbung erinnert und weiter an das Einandererkennen von Gameten, dann ergibt sich stets dasselbe Bild. Die auslösenden Merkmale, dort einige Farbflecken, da einige artspezifische Moleküle, führen zu Handlungen und Vorgängen, welche an Merkmalsreichtum die Auslöser bei weitem übertreffen.

Damit erkennt man, daß es ganz allgemein zum Prinzip steuernder, phylogenetisch entstandener Programme gehört, mit einfachen, 'von Natur aus', wie zeitlich vorausgehenden, angeborenen und von der Erfahrung unabhängigen Merkmalen komplexe Verhaltensweisen zu synthetisieren, die mehr enthalten als die Summe der auslösenden Elemente und die schließlich wie Annahmen, wie Urteile im voraus, aussehen. Praktisch alle Bedingungen der genannten Definition, auch der Notwendigkeit und der Allgemeinheit, sind damit erfüllt.

Welche Entsprechungen diese Programme besitzen, ist in diesen Fällen leicht zu sehen. Es sind Anleitungen zur Art- oder Systemerhaltung. Und dies ist der selektive Grund, weshalb sie aus der Fülle der anzunehmenden mutativen Versuche erhalten blieben und existieren. In einer besonderen Weise gilt dies nun für jene unserer angeborenen Anschauungsformen, welche die Ausstattung dessen, was Lorenz den Weltbildapparat nannte, für uns Menschen in jenen Bereich erweitert, der uns erkenntnistheoretisch zu interessieren beginnt.

Neben unserer Erwartung, es gäbe eine eindimensionale Zeit und einen, von dieser unabhängigen, dreidimensionalen Raum, ist es unsere Erwartung, Voraussicht gewinnen zu können, welche aus angeborenen Dispositionen bis in unser bewußtes Handeln hineinzuwirken beginnt.

Wir sind dieser 'Hypothese vom anscheinend Wahren' schon im Bereich des Nichtbewußten begegnet; im Zusammenhang mit den Experimenten des sogenannten Wahrscheinlichkeitslernens und, noch tiefer im System, beim Verhalten nach partieller Bekräftigung bedingter Reaktionen. Und wir erklärten uns den Erfolg und damit die Erhaltung des Programms damit, daß die meisten sich wiederholenden Koinzidenzen in der außersubjektiven Wirklichkeit tatsächlich nicht von zufälliger Art sind.

⁴⁸⁾ Lorenz hat auf dieses 'Kindchenschema' zuerst 1943 aufmerksam gemacht, und diese Einsicht hat sich auch in der folgenden Literatur immer wieder bestätigt. Man vergleiche Hückstedt (1965), Fullard und Rieling (1976), Übersichten bei Eißl-Eißesfeldt (1967 und 1984).

Damit wird es verständlich, daß wir uns ratiomorph, unreflektiv oder 'instinktiv' so verhalten, als müsse nach der Bestätigung einer Prognose die Wahrscheinlichkeit zunehmen, daß die nächste Prognose zutreffen werde.⁴⁹⁾

Adaptierung a posteriori

An dieser Stelle der Entwicklung unseres Themas ist es einiger Überlegungen wegen empfohlen innezuhalten. Im vorliegenden Kapitel begegnen wir neben Formen der bewußten Reflexion auch Programmen uns nicht bewußter, phylogenetischer Erfahrung. Unsere Redeweise über diese beiden kann aber nur bewußt, reflektierend, sein.

Dies kann glauben machen, die *Apriori* unserer phylogenetischen Ausstattung wären dem Bewußtsein doch in irgendeiner Weise zugänglich. Das sind sie jedoch im Prinzip nicht. Wir können zwar, da sie aus dem Verhalten von Tier und Mensch zu postulieren sind, dieses Verhalten nun unter den Bedingungen der Theorie angeborener Hypothesen erweiterten empirischen Prüfungen unterziehen. Dies tun wir natürlich bewußt. Wir können, neben den Leistungen dieses ratiomorphen Apparates, seine Grenzen aufsuchen und die Fehler, die er macht. Dies ist besonders aufschlußreich. Und wir werden, zur weiteren Prüfung der Theorie, die Gründe des Erfolges des Programms und die 'Isomorphien' aufsuchen, der zu fordernden Übereinstimmung mit der außersubjektiven Wirklichkeit. Aber wir dürfen dennoch nicht erwarten, daß die Inhalte der Anleitungen selbst in unserem Bewußtsein auftauchen. Wir können sie nur rekonstruieren.

Ein Blick zurück auf das Kindchenschema mag dies illustrieren. Wir können uns, reflektierend, freilich sagen: die Merkmale, welche unser Zuneigungsverhalten auslösen, sind genau jene, welche von der Wahrnehmung gerade eines menschlichen Kleinkindes und Babys ausgehen. Die Zwecke also, Pflegeverhalten zur Arterhaltung zu sichern, sind unserer Reflexion nur zu offensichtlich. Allerdings eben nur, wenn wir darüber bewußt reflektieren. Erst die Zuneigung, die das Schema bei uns auch angesichts entsprechend konfigurierter, selbst erwachsener Vögel und Wildtiere auslöst, macht deutlich, daß da mit den Zwecken unserer Arterhaltung nicht mehr zu argumentieren ist. Vielmehr fanden wir für ein ratiomorphes Programm rational seine Zwecke, wie deren Grenzen.

Dies sei nicht übersehen, wenn wir nun von der Illustration zum abstrakteren Thema zurückkehren, zu unserer ratiomorphen Anleitung durch jene Hypothese vom anscheinend Wahren.

Bei der Untersuchung der Vorbedingungen haben wir, in der uns naheliegenden rationalen Weise, das organismische Verhalten in Termini der Wahrscheinlichkeits-Mathematik beschrieben. Bei der Behandlung solch rein genetischer Programme, bis zu jenen, welche die Entwicklung der bedingten Reaktionen anleiten, also einer Konditionierung auf sich wiederholende Koinzidenzen, war das zur Explikation ebenso empfohlen wie unbedenklich. Denn die Verwechslung eines Erbprogramms mit reflektiertem Kalkulus war nicht zu

⁴⁹⁾ Eine Übersicht dieser *A priori*-Ausstattung habe ich bereits gegeben (RIEDL 1979). Dabei kam es mir im wesentlichen darauf an, neben der angeborenen Voraussetzung von Raum und Zeit vier Hypothesen, die in unsere Erkenntnisweise hineinwirken, systematisch darzustellen und in Beziehung zu setzen; 1. die Hypothese vom anscheinend Wahren, 2. vom Ver-gleichbaren, 3. von den Ur-Sachen und 4. jene von den Zwecken.

befürchten. Hier aber, wo es um Handlungen und Urteile geht, über welchen bereits das Bewußtsein schwebt, ist die Verwechslung so naheliegend wie sorgfältig zu vermeiden. Wertvolle Einsichten in das uns hier interessierende Verhalten verdanken wir bereits der

experimentellen Lern- und Denkpsychologie; mit Pionieren in den dreißigern und starker

Entwicklung ab den fünfziger Jahren bis in die gegenwärtige Literatur.

Man erinnert sich des Verhaltens von Versuchspersonen vor Aufgaben des sogenannten Wahrscheinlichkeitslernens und der Ähnlichkeit des Phänomens im Rahmen bedingter Bekräftigung. Erweitert man den Vergleich, nämlich auf Untersuchungen entstehender Lösungs-strategien bei probabilistischen Aufgaben im allgemeinen, so gewinnen wir weitere Aufschlüsse. Da zeigt es sich zunächst, daß die Versuchspersonen, der Situation zum Trotz, in der ersten Alternative das Herrschen von Regeln erwarten, und zwar, in zweiter Alternative, von einer deterministischen Art; womit sie bereits an der Wahrscheinlichkeitslösung vorbeigehen (Abb. 15). Vielmehr wird unter den weiteren Alternativen die erwartete Gesetzlichkeit in bestimmten Merkmalen oder Fingerzeigen (cues) gesucht, in funktionellen Zusammenhängen, letztlich positiv linearer Art. 50)

Das Programm, das nach meiner Theorie dieses Verhalten steuert, erweist sich somit als nicht adaptierbar. Das entspricht ganz unseren Erwartungen und der schon von Konrad Lorenz (1973) gefundenen Bestimmung, daß angeborene Anschauungsformen nicht änderbar sind. Vielmehr werden sie ganz generell dort kenntlich, wo immer ein Organis-

mus regelmäßig auf Attrappen hereinfällt.

Sind sie nicht änderbar, so sind sie jedoch übersteigbar. Freilich nicht durch sich selbst, sondern wieder in der uns schon bekannten, charakteristischen Weise, durch Anrufung des Bewußtseins als der Oberinstanz. Dies leistete, angesichts der ratiomorphen Paradoxien des Verhaltens vor probabilistischen Situationen, die Mathematik; nach Christian Huygens vornehmlich des 18. Jahrhunderts mit Pascal, Fermat, Jacob Bernoulli und Laplace. Die neue Adaptierung ist eine rationale. Sie hebt vom Ratiomorphen ab und führt zur formalisierten Wahrscheinlichkeitstheorie.

»Ich habe gesehen«, so mokiert sich schon Laplace, »wie es Männern, die sehnlichst einen Sohn zu haben wünschten, Schmerz verursachte, wenn sie während des Monats, da sie Väter zu werden hofften, von Knabengeburten hörten. Indem sie sich einbildeten, daß das Verhältnis dieser Geburten zu jenen der Mädchen am Ende jedes Monats dasselbe sein müßte, dachten sie sich, daß die bereits geborenen Knaben die künftigen Geburten der Mädchen wahrscheinlicher machten.«⁵¹⁾

Eine Attrappe, auf welche unsere ratiomorphe Anleitung mit großer Regelmäßigkeit hereinfällt, kennen wir, wie erwähnt, aus der Fehlleistung, die man den 'Monte-Carlo-Effekt' nennt oder 'des Spielers Täuschung' (the gamblers fallacy). Fällt beispielsweise im Roulette wiederholt nur 'schwarz', so wird es uns schwer, nicht zu glauben, daß damit das Fallen von 'rot' wahrscheinlicher werden würde. Wir müssen uns zur Korrektur vor Augen

⁵⁰⁾ Dies geht aus der Zusammenfassung mehrerer Studien hervor (Brehmer 1980), die Brehmer mit Mitarbeitern und eine Reihe weiterer Autoren diesem Thema gewidmet haben. Man vergleiche auch die Studien von Wason und Johnson-Lard (1972) und von Tversky und Kahneman (1978). In diesen zitierten Arbeiten findet man die weitere, einschlägige Literatur.

⁵¹⁾ Die Stelle ist Laplace (1814; zitiert aus der Ausgabe 1932, Seite 125) entnommen. Man vergleiche dazu auch Ackermann (1988). Eine ausführlichere Darstellung der Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie aus evolutionistischer Sicht findet man bei Oeser (1988, ab Seite 82).

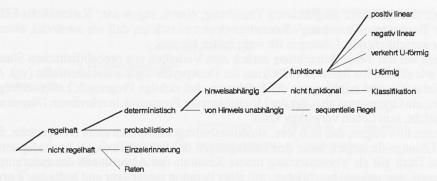


Abb. 15: Entscheidungsbaumvon Lösungs-Strategien angesichts von Aufgaben, deren probabilistischer Zusammenhang den Vpn nicht bekannt ist. Man beachte die stete Bevorzugung von regelhaft deterministisch, hinweis- und funktionsabhängigen, linearen Lösungen (übersetzt aus Brehmer 1980; dort die zusammenfassende Darstellung vieler Experimente).

halten, daß das Roulette keine Absicht, nicht einmal Gedächtnis, hat, und die vergangenen Zufallsereignisse keinerlei Einfluß haben können auf das folgende.

So einfach diese Korrektur erscheint, sei doch nicht vergessen, daß sie aus einer anderen Ebene unserer Möglichkeiten wirkt. Die ratiomorphe Anleitung wird rational überstiegen. Die subjektiven, bedingten *a priori*-Erwartungen, mit welchen der ratiomorphe Apparat operiert, werden durch objektive, nicht bedingte *a priori*-Wahrscheinlichkeiten ersetzt, weil wir der Ansicht sind, uns auf die Kenntnis des reinen Zufallcharakters des Spieles verlassen zu dürfen.

Es ist aufschlußreich, zu sehen, daß sich eine solche Ansicht sofort ändert, wenn in uns der Verdacht aufkeimt, die a priori-Bedingungen einer Spielsituation doch nicht ganz durchschaut zu haben. Etwa beim Würfelspiel. Fällt die gewinnende Sechs bei unserem Gegner in ununterbrochener Reihe, dann werden wir bald am Herrschen des reinen Zufalls zweifeln und dem Partner Absicht unterstellen. Die Ereignisse erscheinen allmählich nicht mehr unabhängig voneinander und wir wechseln von der objektiven, nicht bedingten, zurück zur subjektiven, bedingten Wahrscheinlichkeit a priori, da die Vermutung entsteht und sich schrittweise bestätigt, es werde doch nur die Sechs fallen. Und, entsprechend unserer ratiomorphen Ausstattung, werden wir, auch ohne Taschenrechner, bald davon überzeugt, daß hier Determination herrscht. In Teil 3 folgen dazu die empirischen Daten. 52) Im wesentlichen beruht der Wechsel zum Subjektiven in unserer Haltung auf der Vermutung, die Ereignisse werden aufgrund von Absicht voneinander nicht unabhängig sein; und diese Unterschiebung, dieser Verdacht gegenüber einer Person, ist kein Term der Wahrscheinlichkeits-Mathematik, sondern eine Möglichkeit aus dem Hintergrundwissen der Lebenspraxis. Denn eine Serie von Sechsen ist mathematisch nicht nur möglich, sondern sogar nach der Häufigkeit des Auftretens des Ereignisses bestimmbar. Würden wir uns aber auf diese Theorie verlassen und ungerührt fortgesetzt verlieren, so unterlägen wir

⁵²⁾ Die Zufallswahrscheinlichkeit, daß die Sechs 3-, 10- oder 100mal in Serie fallen werde, beträgt (1/6)³, (1/6)¹⁰ oder (1/6)¹⁰⁰ gleich 0,046, 1,6 x 10⁻⁸ oder 1,53 x 10⁻⁷⁸; was also nur jeweils einmal in etwa zwanzig, in hundert Millionen oder (unaussprechbar) in 10⁷⁸ Spielen zu erwarten wäre. Man bedenke: der Kosmos enthält 10⁸⁰ Quanten. Meine Spiele mit Studenten in Riedl. (1980, Seite 56).

nur zu offenbar einer umgekehrten Täuschung; einem, sagen wir, 'Rationalitäts-Effekt', einer 'Beobachter-Täuschung'. Schon hier deutet es sich an, daß wir zweierlei, einander sogar ausschließende, Lösungen für wahr halten können.

Kehren wir mit dieser Betrachtung zurück zum Verhalten von probabilistischen Situationen, wie sie Berndt Brehmer (1980) aus der Denkpsychologie zusammenfaßte (vgl. Abb. 15, Seite 93), und erinnern uns der Erfahrung, daß richtige Prognostik Lebenserfolg bedeutet; ein Organismus also, der der Möglichkeit der Prognostik in relevanten Dingen nicht entspricht, sein Leben verwirken kann.

Ich kann nun zeigen, daß sich jene, situationsbedingt tatsächlich nicht erfolgreiche, Serie von Lösungs-Strategien unter den Bedingungen der Lebenspraxis als hochadaptiert erweist. Dazu gilt als Voraussetzung unsere Kenntnis des Algorithmus des ratiomorphen Apparats, der, rational beschrieben, mit einer Iteration subjektiver und bedingter *a prioria posteriori*-Wahrscheinlichkeiten operiert. Und als Nachweis kann der Vergleich seiner Leistung mit dem gelten, was wir von den Grundstrukturen der außersubjektiven Wirklichkeit wissen können.

Wir erinnern uns, daß der ontogenetisch-assoziative Lernansatz nichts im voraus wissen kann; er beruht lediglich auf der ratiomorphen Anleitung, die ihm erblich gegeben ist; und von dieser ist anzunehmen, daß sie, über den Erfolg in den Individuen vieler Generationen, an der außersubjektiven Wirklichkeit geprüft sein muß.

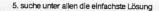
Was kann nun bewußt reflektierend über die außersubjektive Wirklichkeit gewußt werden? Schon der gesunde Menschenverstand sagt uns: ziemlich viel. Die Evolutionstheorie ergänzt dies mit der Einsicht, daß alle ererbten Leistungen, von welchen der Lebenserfolg von Organismen abhängt, eine reale Entsprechung in deren Welt haben wird. Den Solipsismus dagegen widerlegt, wie erinnerlich, die Lebenspraxis, sowie das durchaus subjektive Erleben, angeleitet durch unsere ratiomorphe Ausstattung, welche wir nur als Adaptierung an jene Welt verstehen können. 53)

Im Zusammenhang mit Aufgaben, die Zufallsreihen einschließen, erinnern wir uns, daß in der realen Welt, auch wenn in ihr die Zufälle überwiegen mögen, der reine, repetitive Zufall nicht vorkommt. Er ist unsere Erfindung und existiert nur in unseren Glücksspielen. Das Regelhafte überwiegt in allen repetitiven Ereignissen der Welt; eben selbst im Wetterablauf.

Die erste ratiomorphe Alternative für die Lebenspraxis heißt darum: suche Regeln. Denn schon die bloße Erwartung von Regellosigkeit bietet keine Chance auf hilfreiche Prognostik. Die zweite Alternative (vgl. Abb. 16 mit 15, Seite 93) muß lauten: suche nach Gesetzlichkeit. Muster sind gegenüber stochastischen Prozessen mittels Iteration ungleich schneller und verläßlicher zu erkennen. Ich komme in Teil 3 darauf ausführlicher zurück. Und zudem ist daran zu erinnern, daß die Begriffe von Zufall und Wahrscheinlichkeit bereits eine tiefere Einsicht in die Grenzen natürlicher Gesetzmäßigkeit voraussetzen. Dies aber ist eine rationale Leistung, eine Adaptierung *a posteriori*.

Die dritte Alternative heißt: erwarte eine Clusterung und halte dich an deren Merkmale; 'cues' bei Brehmer; denn diese werden sich in der Mehrzahl als nicht beliebig kombiniert erweisen. Unsere ganze Gestaltwahrnehmung und Begriffsbildung ist auf diese Grund-

⁵³⁾ Eine Darstellung des Realismusproblems, das von der Mathematik über die Physik und Biologie bis zur Psychiatrie reicht, ist in unseren 'Wiener Studien zur Wissenschaftstheorie' von Oeser und Bonet (1988) herausgegeben worden.



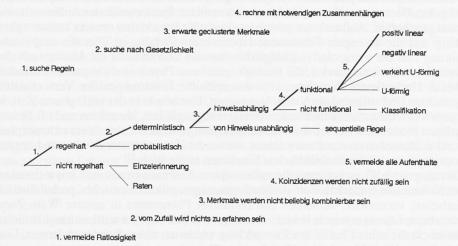


Abb. 16: Evolutionäre Begründung von Lösungs-Strategien aus den ratiomorphen Anleitungen. Dem Entscheidungsbaum nach Brehmer (vgl. Abb. 15) sind oben die appetenten, unten die aversiven Verhaltensweisen, namentlich nach den Hypothesen vom 'anscheinend Wahren' und vom 'Vergleichbaren' angefügt.

bedingung, welche die außersubjektive Wirklichkeit unserem Erkenntnisapparat bietet, ausgelegt. Ich bin diesen 'Biologischen Grundlagen des Erkennens und Begreifens' in einem vorausgehenden Band (RIEDL 1987) im einzelnen nachgegangen.

Die vierte Alternative lautet: rechne mit notwendigen Zusammenhängen, seien sie Ursachen oder Zwecke (Brehmer nennt sie 'funktional'), denn die meisten Koinzidenzen werden nicht von zufälliger Art sein. Gleich nun, ob Kausalität, wie David Hume (schon 1748) meinte, bloß ein Bedürfnis der Seele wäre, da wir nur das 'Wenn-Dann' beobachten können, das 'Weil' aber erst in die Dinge hineinlegen. Die 'Biologischen Grundlagen des Erklärens und Verstehens' habe ich in einem noch früheren Band (Riedl. 1985) dargestellt; sie lassen auch die folgenden Alternativen verstehen.

Die fünfte und hier letzte Alternative in unserer einschlägigen, erblichen Ausstattung suggeriert uns die Anwendung der jeweils einfachsten der möglichen Lösungen: rechne mit positiv linearen Zusammenhängen. Tatsächlich ist unser ratiomorphes Kausalitäts-Verständnis linear und zudem auf gedachte Strecken begrenzt. Wir reden daher von Ursache und Wirkung eines mit diesen begrenzbaren Verlaufes und haben Schwierigkeiten mit rekursiven Wirkungen und vernetzten Zusammenhängen. Auch daß uns Kausalität und Finalität als Alternativen erscheinen, geht großteils wohl auch noch auf diese vereinfachte Anleitung zurück.⁵⁴⁾

⁵⁴⁾ Man erinnere sich, daß ich mit den 'Stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft' RIEDL (1980) eine Übersicht des Themas gegeben habe und daß die vorliegende Behandlung der biologischen 'Grundlagen des Für-Wahr-Haltens', der Darstellung jener 'Grundlagen des Erkennens und Begreifens' (RIEDL 1987), wie jener des 'Erklärens und Verstehens' (RIEDL 1985) noch eine Voraussetzung einlößt.

Wo befinden sich nun jene neuen Adaptierungen, welche darzustellen das Kapitel angekündigt hat. Diese neuen Korrespondenzen mit weiteren Phänomenen der Außenwelt sind rational geschaffen. Aufmerksam geworden durch die Paradoxien unserer ratiomorphen Haltung und die erzeugten Phämonene repetierbaren Zufalls, ist über die empirische Erfahrung und die extrapolativen Möglichkeiten des Bewußtseins die Mathematik der Wahrscheinlichkeit entstanden, die Statistik, eine neue Physik und ein probabilistisches Weltbild. Nach diesem Paradigma sind nun auch die Erwartungen der Versuchsleiter ausgerichtet. Und während die Versuchspersonen, beschränkt in der verfügbaren Zeit, in der gegebenen Information und in den wenigen zugänglichen, abstrakten und oft bedeutungslosen Merkmalen, nur vor den Alternativen richtig und falsch, sich ihrem ratiomorphen 'gesunden Menschenverstand' anvertrauen, stehen die Versuchsleiter darüber und operieren mit unseren neuen probabilistischen Einsichten in die Welt. ⁵⁵⁾

In überzeugender Weise sortieren die ratiomorphen Alternativen aus, was wir rational an neuen Kohärenzen entdeckt haben: das Vorliegen ungeregelter, chaotischer, probabilistisch statistischer, versteckter, vernetzter und rekursiver Phänomene in unserer Welt. Zwar machen beide Lösungssysteme Fehler; allerdings, wie Teil 3 zeigen wird, unterschiedliche. Darin steckt die echte Chance zur Entwicklung wiederum neuer Korrespondenzen. Und gerade das ist das Anliegen dieses Bandes.

Disposition für rationale Operationen

Reflektiert man über sein eigenes Denken oder über Denken überhaupt, dann erleben wir dies naturgemäß als einen bewußten Vorgang, weil sich der nichtbewußte Hintergrund, der das ermöglicht, unserer Wahrnehmung entzieht. Wir erinnern uns aber, daß vom Auffinden der Gedächtnisinhalte bis zur Wägung von Erwartungen oder Gewißheitsgraden, von der Bildung der Begriffe bis zu jenen Hypothesen, die unser Weltbild vorbereiten, alle Vorgänge zunächst von nichtbewußter Art sind und erst von dort unserer Aufmerksamkeit zugeführt werden.

Vieles, was diesen nichtbewußten Vorgang anleitet, ist ratiomorphe, erbliche Ausstattung; vornehmlich in allen jenen Fällen, wo wir, wie festgestellt, regelmäßig auf Attrappen hereinfallen, beziehungsweise wo immer wir mit unseren nichtreflektierten Prognosen regelmäßig an der Erfahrung scheitern. Dies beginnt mit der Erwartung bedingter Wahrscheinlichkeiten, wo keine vorliegen (des Spielers Täuschung) und reicht über optische (perspektivische) und Bewegungstäuschungen, Ursachen- und Zwecktäuschungen, bis zu speziellen Formen, etwa der Wirkung unseres Kindchenschemas gegenüber Vögeln. ⁵⁶

⁵⁵⁾ Eine gute Übersicht und kritische Behandlung der Abweichung der üblichen Versuchsanordnungen von der realen Wirklichkeit findet man z. B. bei Klayman (1984), mit weiterer einschlägiger Literatur; eine breite Übersicht bei Anderson (1988).

⁵⁶⁾ Hier interessiert uns die 'Hypothese vom anscheinend Wahren'; in unserer ratiomorphen Ausstattung ist sie natürlich mit den übrigen Hypothesen verflochten. Übersicht in Riedl. 1979 (1988b); eingehende Darstellung der Hypothese vom Vergleichbaren in 1987a, der Hypothesen von den Ur-Sachen und Zwecken in 1985.

Was zu dieser angeborenen Ausstattung, dem Nichtbewußten, hinzukommt, ist assoziativ erworbene Kenntnis, Einstellung und Vorurteil, und macht zusammen jene Disposition für das bewußte Denken, welches man als den unreflektierten 'gesunden Menschenverstand' (oder Hausverstand, 'common sense') stets erleben kann. Man kann sich dessen Wirkung zwar bewußt machen; dies ist aber ein anderer Vorgang.

Versteht man unter Denken den bewußt verfolgbaren Teil jenes Prozesses, welcher unser Verhalten anleitet, dann betrifft dies die Operationen im rationalen Überbau, und diese sind von anderer Art. Dies hat vor allem die traditionelle Denkpsychologie vor Augen, in welcher die Versuchsleiter mit Schlüssen, mit epistemischen und logischen Operationen rechnen. Die Abweichungen von diesen Vorgängen der reflektierenden Vernunft werden als 'illegales Denken' bezeichnet, wo wir nun von unreflektiertem, vernunftsähnlichem, also 'ratiomorphem Denken' sprechen. Man hat aber sehr wohl bemerkt, daß dasselbe dann vorherrscht, wenn Personen »noch keine vollständigen epistemischen Strukturen gebildet« haben, oder »mit heuristischen Strategien der abstraktiven Verkürzung oder Erweiterung« operieren. ⁵⁷⁾

In der 'Kognitiven Psychologie' heute werden bereits beide Aspekte als operational wahrgenommen. »Vor hundert Jahren noch«, stellt Anderson (1988, Seite 244) fest, »hätte ein Abschnitt über 'kognitive Prozesse' von 'logischem Denken' gehandelt.« Heute ist man der Auffassung, »daß ein großer Teil menschlichen Denkens nicht als logisches Denken im eigentlichen Sinne bezeichnet werden kann. Allerdings gilt nach wie vor die Annahme, daß man beim schlußfolgernden Denken mit Denkoperationen zu tun hat, die grundsätzlich logischer Natur sind. « Eine Auffassung, die wir auch weiterhin belegen werden.

In ähnlicher Weise ist die Differenzierung der Lerntheorien zu verstehen. Denn die Diskrepanz zwischen den Gruppen der empiristischen und der rationalistischen Lerntheorien beruht auf den folgenden, dort noch offenen Fragen. Wenn nämlich die empiristischen Lerntheoretiker erwarten, daß der individuelle Erfahrungsgewinn die einzige Quelle von Erkenntnis und Wissen ist, dann fragt es sich, was denn diesen Wissenserwerb anleitet und organisiert. Und wenn die rationalistischen Lerntheoretiker erwarten, daß richtiger Wissenserwerb einen Rahmen gedanklicher Operationen bereits voraussetzt, dann fragt es sich, wie dieser vor jeder Erfahrung in das System hineingekommen ist. Unsere Lösung besteht in der Unterscheidung zwischen phylogenetischem und ontogenetischem Kenntnisgewinn; ratiomorpher Anleitung und rationalem Überbau. Und wir erwarten, daß erstere die Disposition für den letzteren bildet.

Schließlich berührt dies auch noch die Theorien der Begabung. Denn hier beruht der Unterschied in der Bewertung von Begabung und Förderung nochmals auf dem Gegenüber von angeborener Ausstattung und der Aufgabe, dieselbe ausstattungsspezifisch durch das Milieu zu wecken und zu überbauen.⁵⁸⁾

⁵⁷⁾ Das Zitat ist der Übersicht von Lüer (1977, Seite 98) entnommen. Man vergleiche auch Chapman und Chapman (1959), Dörner (1973) und konsultiere auch die späteren Studien und die Anwendung in Dörner et al (1989).

 ⁵⁸⁾ Ich beziehe mich auf die beiden Bände zur Theorie des Lernens von Bower und Hilgard (1983/84), deren Diktion ich fast wörtlich folge (vgl. Band I, 'Alternative Epistemologien'). Hinsichtlich der Begabungstheorien sei schon hier auf den Band von Hassenstein (1988) verwiesen.

Expansion und neue Kohärenzen

Die neue Möglichkeit, mit Hilfe des Bewußtseins Vorstellungsinhalte nachgerade beliebig abrufen und manipulieren zu können, hat zwei Seiten. Einerseits führt dies zur Möglichkeit fast unbegrenzter Extrapolation, andererseits zu einer Verhärtung oder Kanalisierung, einer mit der Extrapolation wachsenden Festlegung auf das Vorstellbare, wie dies auf die Dispositionen der alten Kohärenzen der ratiomorphen Anleitung zurückgeht.

So führt unsere Anlage, ähnliche Gegenstände einer begrifflichen Klasse begrenzen und abzählen zu können, zur 'Anzahl', und die Suggestion beliebiger Extrapolierbarkeit zur Unmöglichkeit, eine Zahl angeben zu können, die groß genug ist, um ihr keine weitere

mehr anfügen zu können.⁵⁹⁾

Ähnlich extrapolieren wir das Wenige, was uns unsere Anlage und die Bestärkung durch die irdische Erfahrung hinsichtlich einer eindimensionalen Zeit und einem von ihr unabhängigen, dreidimensionalen Raum suggeriert, so weit, daß es uns geschieht, uns von beiden weder deren Beginn noch deren Ende vorstellen zu können. Es ist nachgerade komisch, daß wir winzigen Kreaturen Zahl, Raum und Zeit aufgrund von Mängel unseres Vorstellungsvermögens in eine Unendlichkeit projizieren, die unser Vorstellungsvermögen übersteigt.

Dies mag eine der Anleitungen zu dem monumentalen Irrtum sein zu meinen, unserer Vorstellung sei keine Grenze gesetzt. Es ist vielmehr bedrohlich für unsere Species, das beschränkt Vorstellbare wie das beliebig Extrapolierbare mit der realen Welt zu verwechseln.

Derlei gilt auch für die uns mögliche Kombinatorik. Freilich lassen sich disperse Erfahrungsinhalte zu Phantasiegebilden, zu Träumen, zur Welt des Hieronymus Bosch oder der surrealistischen Malerei, extrapolativ bis zur 'Unbeschreiblichkeit' kombinieren. Aber die Komplementaritäten, welche unsere ratiomorphe Anlage nur pragmatisch auseinanderhält, werden in unseren bewußten Konstruktionen zu Kategorien wohlgetrennter Qualitäten festgelegt. Man wird dies aus der Beobachtung bestätigt finden, daß sogar der Traum von jenen Festlegungen eher entbunden ist, welche uns Raum versus Zeit, Wahrscheinlichkeit versus Vergleichbarkeit und Ursachen versus Zwecken als komplementäre Qualitäten suggeriert.

Als eine methodische Voraussetzung beliebiger Extrapolation ist die Abstraktion zu nennen. Schon unsere einfachen Beispiele von Anzahl, Raum und Zeit lassen uns, wenn wir dazu angeleitet werden, an die Möglichkeit glauben, daß es Wiederholungen ohne Gegenstände, Räume ohne Inhalte und Zeit ohne Vorgänge geben könne. Nichts von alledem ließ sich bisher in der realen Welt erweisen. Somit enthalten Extrapolation und Abstraktion die Möglichkeit, zwar nach den Mustern der ratiomorphen Kohärenzen, jedoch in eine, nun nur mehr gedachte, Welt zu expandieren, entgegen der sinnlichen Wahrnehmung, wie man sich ausdrückt, von der 'schmutzigen Wirklichkeit' abzuheben. Eine weitere Konsequenz aus Abstraktion und Extrapolation ist die Möglichkeit der

⁵⁹⁾ »In der Epistemologie hat H. Poincaré für die Intuition der Zahl (im Sinne der Iteration n+1) und die 'Gruppe der Verschiebungen' die Existenz synthetischer Urteile *a priori* angenommen« (zitiert aus Piaget 1983, Seite 277). Was auch Piaget "so notwendig wie das Kant'sche *Apriori*" erscheint, "nur daß diese Notwendigkeit nicht von vornherein, sondern erst am – relativen – Ende einer Entwicklung gegeben ist." Im Lorenz'schen Sinne eben ein Lehrmeister, der gefragt werden muß.

Ansicht, über irgend etwas in dieser Welt alles wissen zu können. Es kann neben den Gewißheitsgraden empirischer Erfahrung eine ganz andere Art, nunmehr gedachter, absoluter Gewißheit entstehen. Neben den Formen korrespondenter Wahrheit, also einer Übereinstimmung der Erwartung mit Bestätigungen aus dem Außensystem, entstehen Formen kohärenter Wahrheit. Die lebenserhaltenden Kohärenzen im Inneren des Binnensystems, welche wir als die Organisation und Abstimmung im Organismus kennenlernten, expandiert zur Ordnung und Abstimmung des Denkens, in den Ursprung dieser Begriffe, zu den neuen Kohärenzen des Gedachten.

Zur subjektiven Neigung oder Erwarung *a priori*, die wir nach gemachter Erfahrung *a posteriori* sofort bereit sind zu revidieren, kommt eine objektive Wahrscheinlichkeit *a priori*, die wir nicht an der Erfahrung revidieren, weil wir der Ansicht sind, über irgend etwas alles im voraus zu wissen: Beispielsweise etwas über die Gleichseitigkeit aller Würfel. Stellte es sich heraus, daß die Seiten unseres Würfel jeweils nicht genau zu einem Sechstel aller Würfe auftreten, dann korrigieren wir nicht unsere Erwartung, sondern den Würfel. Und wir akzeptieren subjektiv die Erfahrung, daß sich objektiv gar kein Würfel herstellen läßt, der in so vielen Dezimalen präzise reagiert, wie dies unsere Erwartung, die wir nun eine objektive nennen, vorschreibt.

Wie in einer Umkehr der kulturgeschichtlichen Herkunft der Begriffe, geht es stammesgeschichtlich um die Expansion der Kohärenzen in das bewußte Denken, vom Erfolg der Abstimmung im Organismischen zur Widerspruchsfreiheit unserer objektiven Erwartungen; von den empirischen Gewißheitsgraden zu den sogenannten Gewißheiten des Gedachten; zur Wahrheit in Logik und Mathematik der axiomatischen Systeme. Dies sind aber schon Produkte der Kultur, der Kommunikation und Vereinbarkeiten.

Nur um den Faden der Entwicklung nicht zu verwirren, habe ich in diesem Absatz die Dinge vereinfacht so dargestellt, als könne man ohne Beachtung des Kollektivs die Expansion der Kohärenzen von der ratiomorphen Ausstattung zum Bewußtsein des Individuums verstehen. Dies trifft nur zum Teil zu. Denn die Entwicklung des hellen Bewußtseins ist selbst ein Produkt des Kollektivs und seiner Sprache. Das aber gehört schon zur Geschichte der Kultur und zur Darstellung erst in das letzte Kapitel.

Kritisches Urteilen und neue Korrespondenzen

Hier ist vielmehr mit der Erweiterung jener Kenntnisse über die Außensysteme, die außersubjektive Wirklichkeit, fortzusetzen, von welchen angenommen werden kann, daß sie dem individuellen Bewußtsein wieder vor der Wirkung des Kollektivs möglich werden. Die wesentliche Erweiterung der Verfügung über Gedächtnisinhalte bildet zunächst die Möglichkeit, die Klassen- und Individualbegriffe in einen Zusammenhang zu bringen. Die Anleitung dazu bildet die 'natürliche Ordnung der Dinge'; zunächst der Begriff der Art und ferner die Natur der natürlichen Verwandtschaft der Organismen; die abgestufte Mannigfaltigkeit, was der Biologe 'das natürliche System' nennt. Unter deren Anleitung entwikkeln sich die Begriffe vorbereitend zu einer hierarchischen Ordnung.⁶⁰⁾

⁶⁰⁾ Dies wurde vor allem von CLAUDE Lévi-Strauss (1973) aufgeklärt. Er hat die Funktion der 'Art als Drehscheibe' und des 'Totemistischen Operators' für die Entwicklung des Denkens in hierarchischen Zusammenhängen erkannt. Man findet dort reiches Quellenmaterial und vergleiche auch Bonet (1991).

Damit wird eine ganz wesentliche Erweiterung der Korrespondenz zwischen Vorstellung und außersubjektiver Wirklichkeit erreicht. Es bilden sich, in einer ersten Phase kritischen Urteilens, Klassenhierarchien (wie Taube, Vogel, Tier, Lebewesen), durchdrungen von Strukturhierarchien (wie Nagel, Finger, Hand, Arm). Aber das System wird nun auch auf so gut wie alles Begriffliche übertragen. Eine Extrapolation, die begreiflicherweise auch reichlich Verwirrung zur Folge haben muß. Namentlich die Kombinatorik über fiktive Analogien führt zu so widersprüchlichen, wie uns heute wunderlichen, Handlungsanleitungen. Sie sind dem Studium sehr empfohlen. Hier müssen wir jedoch in unserem Gegenstand fortfahren.

Die komplexen Systeme, die auf diese Weise entstehen, verlangen nun, in einer zweiten Phase des Urteilens, die Herstellung jener Beziehungen, die wir Erklärungsmodi nennen. Ethnologie, Anthropologie und Entwicklungs-Psychologie zeigen dies in gleicher Weise. Angeleitet, wie wir nun hinzufügen, durch die angeborenen Anschauungsformen, eben die Hypothesen von den Ur-Sachen und von den Zwecken; aber zudem befördert und bestärkt durch die Wahrnehmung der eigenen Wirkungen und Absichten, bereitet sich die Vorstellung jener komplementären Alternative des Denkens vor, die wir, nach der griechischen Tradition, Kausalität und Finalität nennen.

An Zufall wird dabei nicht gedacht. Es existieren noch keine probabilistischen Operationen. Die Modalität dessen, was wir Wahrscheinlichkeit nennen, kommt nicht zur Anwendung; bei Kindern, wie wir sehen werden, erst unter dem Einfluß der Schule zwischen dem 7. oder 8. und dem 11. oder 12. Lebensjahr. Freilich wird die Neigung oder die Erwartung eines Ereignisses weiterhin von der gemachten Erfahrung bestimmt. Gewissermaßen nach einem Wägeprinzip, das in einer nichtbewußten Weise Bestärkungen und Bestätigungen – nun auch der erinnerlichen und denkbaren – gegen Frustrationen und Enttäuschungen setzt. 61)

Die Welt wird im Ganzen verknüpft, gewissermaßen deterministisch betrachtet, allen Ereignissen und Zuständen werden Notwendigkeit und Absicht unterstellt. Abweichungen werden auf eine Art von Unfällen oder auf Unübersichtlichkeiten zurückgeführt; Ordnung, wie sich PIAGET (1975a) ausdrückt, »als ein privilegierter Zustand aufgefaßt« (Seite 167). Dies ist wieder als angeborene Neigung zu verstehen. Zunächst kann eben nur aus Ordnung Kenntnis gewonnen werden, aus zutreffender Prognostik; und diese bedeutet eben aber weiterhin Lebenserfolg.

Nach Jean Piaget steht der Übergang von der finalistischen Weltansicht zu einer probabilistischen im Zusammenhang mit der Entwicklung reversibler Operationen des Denkens; und zweifellos ist die gedankliche Inversion eines Vorganges eine höhere Leistung als dessen bloßer Verfolg. Kinder unter sieben Jahren erwarten beim Schütteln einer Schachtel durchaus, daß die eingelegten Kugeln wieder einmal das geordnete Muster annehmen würden, in welchem sie hineingelegt wurden. Oder sie erwarten beim Ziehen von Kugeln aus einem Säckchen, daß die zusammengehörigen zusammenbleiben oder daß die Kugeln in der Reihe aufgegriffen werden, in der sie hineingelegt wurden.

Es ist ein Paradoxon, findet Piaget, »daß gerade auf dem Niveau, auf dem das kindliche Denken (mangels operativer Zusammensetzung) irreversibel bleibt, die Kinder an eine notwendige Rückkehr an den Ausgangspunkt glauben«. Auffallend ist das gewiß. Man

⁶¹⁾ Zur Ethnologie, Anthropologie und Entwicklungspsychologie dieses Gegenstandes vergleiche man Lévy-Bruhl (1959), Lévi-Strauss (1973) und Piaget (1975a). Zur Betrachtung aus der Sicht der Evolutionären Erkenntnistheorie vergleiche man Riedl (1980 und 1985).

übersehe aber nicht, daß die Welt des Kindes, wie die der Naturvölker, voll der reversiblen Vorgänge ist und daß gerade sie es sind, von welchen die Lebenserhaltung abhängt; daß die Mutter wieder füttern, die Wunde heilen und die Flut wieder zurückgehen werde; daß man wieder gesund werden, Frieden schließen oder aus dem Brunnen wieder schöpfen könne. Die Erwartung der Reversibilität scheint mir, aus der lebenserhaltenden Bedeutung dieser Vorgänge selbst, als Programm verständlich.

Ebensowenig erfaßt die Mentalität der Naturvölker die Idee des Zufalls oder der Wahrscheinlichkeit als statistische Größe. Unfall und Unglück, so bezieht sich Piager auf Levy-Bruhl, »sind nicht das Ergebnis der Interferenz von unabhängigen Kausalreihen..., sondern sie drücken eine versteckte Absicht und das Wirken von unsichtbaren Kräften aus, die umso sicherer auf ein Ziel hingerichtet sind«.⁶²⁾

Ganz entsprechend hatten die Eingeweide- oder Vogel-Orakel unserer eigenen Kulturgeschichte keineswegs die Wahllosigkeit von Zufallskonstellationen im Auge, als vielmehr die sehr bestimmten Absichten der Götter (Abb. 17). Und selbst wir Aufgeklärten – muß eine Lebensentscheidung durch die Münze erfolgen – können uns oft nicht ganz von der Hoffnung freimachen, daß hier höheren Ortes über unser Schicksal günstig entschieden werden könnte.

Der wesentliche Übergang vom Wahr-Nehmen des Unvorhergesehenen zur Wahr-Nehmung des Unvorhersehbaren erfolgt spät. Bei Piagets Kindern erst »gegen 7–8 Jahre, d. h. im Alter der Bildung der ersten logischen 'Gruppierungen', nämlich der Gruppe der ganzen Zahlen, der Erhaltung der Materiequalitäten usw.» Erst nun wird die Entmischung, nach unseren Kugelbeispielen, als ein sehr zufälliges Ereignis erwartet. Und erst im 11. bis 12. Lebensjahr wird die Unwahrscheinlichkeit des Vorganges erkannt. Gewiß aber bereits unter dem Einfluß von Kultur und Unterrichtung; und hier endet vorerst wieder unser Thema.⁶³⁾

Zweifellos also erlaubt das Bewußtsein schon dem Individuum eine wesentliche Erweitung der Voraussicht und der mit dem Außensystem korrespondierenden Erwartungen und Handlungen; Klassen- und Strukturhierarchien werden gebildet, Ursachen- und Zweckfragen werden bewußt. Vorstellungen korrespondenter Wahrheiten entstehen aus der empirischen Erfahrung. Aber der große Schritt zur Abstraktion des Formalen wird sich als von Sprache und Kommunikation angeleitet erweisen.

⁶²⁾ Die Zitierungen stammen aus PIAGET (1975a, Seite 166 und 172). Er beruft sich im letzteren Zusammenhang auf den Band von Lévy-Bruhl (von 1959). Materialien zu diesem Thema auch bei Lévi-Strauss (1973).

⁶³⁾ Man übersehe nicht, daß PIAGETS eigene und allgemein Schweizer Kinder mit 8 und 12 Jahren schon einige bis mehrere Schulklassen absolvierten. Die Leistungen, die er beschreibt, sind also jene, die unter guter (bester) Anleitung möglich werden. Die Zitierung aus PIAGET (1975a, von Seite 166).

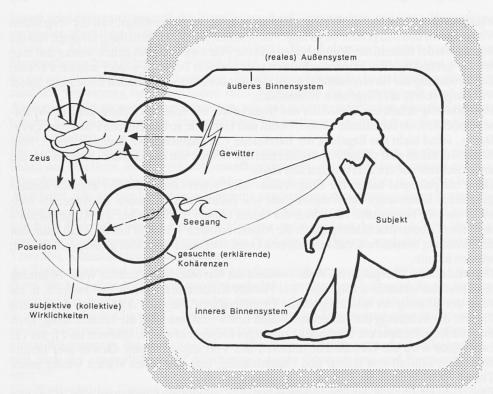


Abb. 17: Die Deutung physischer Ursachen als verdeckte Absicht, am Beispiel der kohärenten Erklärung von Unwettern zur Zeit Homers. Im Sinne einer Projektion 'kollektiver Wahrheiten', den Zorn der Götter, in eine erdachte, außersinnliche Wirklichkeit zu versetzen.

Vom Denken zur Kultur

Das Hellwerden unseres Bewußtseins wird bereits die frühmenschliche Gruppe gefördert haben. Werkzeug, Jagdstrategien, Feuergebrauch und die Kooperation in der kompliziert werdenden Sozietät werden die Sprachentwicklung und diese wieder das Bewußtsein differenziert haben.

Wenn es in den beiden letzten Kapiteln nützlich war, zunächst jene Phänomene besprochen zu haben, welche noch weitgehend ohne Mitwirkung der Kommunikation verstanden werden können, darf nun der Einfluß der Gruppe, von der Tradierung von Kenntnissen bis endlich zur Sprache, gar nicht hoch genug geschätzt werden. Letztere ist nicht nur zu offensichtlich eine notwendige Bedingung jeder Kultur, sie hat umgekehrt, über das sprachliche Denken, nicht minder Einfluß auf unsere Erkenntnisweise genommen. Quantitativ hat die sprachliche Kommunikation die Korrespondenz unserer Vorstellung mit der Außenwelt bis zu den Galaxienhaufen, wie zu den Quanten, erweitert. Qualitativ hat sie neue Formen mutmaßlicher Gewißheit oder Wahrheit entstehen lassen und mit denselben eine höchst eigentümliche Spaltung unseres Selbst.

Jener Art 'äußerer Gewißheiten', einer erfolgreichen Korrespondenz mit dem Außensystem, die sich von der Kenntnis der Umwelt bis zur Erkenntnis der Naturgesetze erweitert, diesem Vertrauen auf etwas wie 'empirische Gewißheit', stehen neue Kohärenzen

gegenüber, etwas wie 'innere Gewißheit'.

Was sich in der Entwicklung der Kommunikation, wie erinnerlich, als neue Förderung der Arterhaltung erst bescheiden andeutet, sich nämlich auf Mitteilungen etwa eines Lockoder aber Warnrufes verlassen zu können, expandiert mit Bewußtsein, Sprache und Schule zur neuen Qualität des sogenannten Konsenses. Es entsteht eine Erweiterung des äußeren Binnensystems der Art *Homo sapiens*, im Sinne vereinbarlicher oder 'kollektiver Gewißheit'.

Und was diese Entwicklung impliziert und was ebenso merkmalsarm begonnen hat, nämlich die notwendige Vereinbarlichkeit einer eindeutigen Symbolik für die Verständigung, expandiert zu den neuen Qualitäten der Semantik und Syntax der menschlichen Lautsprache, zu den Sprachen, überhaupt zur Kenntnis von deren inneren Gesetzmäßigkeiten, zur Lehre vom 'richtigen Denken', und endlich zu den formal-axiomatischen Systemen der Logik und Mathematik. Es entsteht die Art *Homo sapiens*, wiederum über die notwendigen Kohärenzen im äußeren Binnensystem der Kommunikation, was nun als rationale Gewißheiten oder logische Wahrheit erlebt wird.

Diese 'inneren' Gewißheiten besitzen alle Merkmale der kohärenten Bedingungen der Systemerhaltung. Sie entstehen unter Wechselwirkungen im System selbst, sie werden innerhalb desselben selbstreferent und sie haften demselben in schicksalhafter Weise an. Diese Gewißheiten sind auch in dem Sinne unausweichlich, als das Individuum in dem Wechselbezug von Bewußtsein und Kultur sich auch seiner Unkenntnis und Ungewißheiten bewußt wird, Rat und Orientierung in den Mutmaßungen seiner Mitmenschen sucht und sogar suchen und finden muß, um in ihrer Gemeinschaft zu bestehen.

Was ich hier vereinfacht als 'kollektive-' und als 'logische Wahrheit' einer 'empirischen Wahrheit' gegenüberstellte, besitzt einen notwendigen, wenn auch nicht symmetrischen Zusammenhang. Die 'Gewißheiten', welche man im weiten Felde persönlicher Unkenntnis

aus dem Kollektiv bezieht, aufsucht oder überstülpt erhält, wandeln sich wie Moden und sind bestenfalls ein Thema empirischer Wissenschaft geworden; der Sozialpsychologie, Soziologie und Geschichtsschreibung. Wobei unserem Thema die Wissenschafts-Soziologie mit dem Gegenstand des Paradigmenwechsels im Sinne Thomas Kuhns noch am nächsten kommt. Stets aber handelt es sich um Konsens, jedoch mit einem steten Wandel der Begriffe und deren Gewichtung.⁶⁴⁾

Nicht minder muß die Sprache selbst, als Mittel der Kommunikation, im Konsens wurzeln. Sie ist aber von ganz anderer Stabilität. Was der Konsens in den 'kollektiven Wahrheiten' in Dezennien, selbst nach Saisonen wandeln kann, dauert in den Anwendungsweisen, wie Lautverschiebungen der Sprachen, Jahrhunderte, und bleibt in deren Grundstrukturen, deren Grammatik und noch mehr in deren Logik im Prinzip unverändert. Dies ist zunächst aus der grundlegenden Funktion der Logik zu verstehen, wenn man in ihr 'die Wissenschaft vom richtigen Denken' sehen will.

Wenn man von 'kollektiven Wahrheiten', gewissermaßen von einem abgehobenen Standpunkt aus, nur im Sinne einer kritischen Metapher sprechen kann und die Relativität und Situationsgebundenheit ihrer sogenannten Gewißheiten leicht überblickt, ist das bei den 'logischen Wahrheiten' anders. Zunächst aus der rein pragmatischen Schwierigkeit, gebunden an die logischen Strukturen unserer Kommunikation, kritisch über den Wahrheitsgehalt unserer logischen Strukturen zu sprechen. Auf den tieferen Zusammenhang komme ich zurück.

Worauf es mir in dieser Einführung aber ankommt, ist, daran zu erinnern, daß mit dem Hellwerden des Bewußtseins, speziell mit der Reflexion, eine Problemsituation entsteht: eine Konfrontation 'äußerer' versus 'innerer Wahrheiten'. Und ich werde zu zeigen haben, daß dies nochmals auf die Korrespondenz- versus Kohärenzbedingungen nun auch unserer kulturellen Systemerhaltung zurückgeht.

Das Problem taucht in unserer eigenen Kulturgeschichte auf, in der Welt der Naturvölker, wie in der Entwicklung unserer Kinder. »Man kann«, sagt Brigitte Rollett treffend, »zu Beginn der Grundschulzeit feststellen, daß das Kind sozusagen eine 'philosophische Wende' mitmacht. Während es vorher ein naiver Realist ist, beginnt es nun, die Möglichkeiten des Erkennens zu reflektieren. Die Frage, wie man Traum und Wirklichkeit auseinanderhalten kann – Situationen des cartesischen Zweifels – führt zu einem großen Interesse an entsprechenden Diskussionen.«⁶⁵⁾

Diese 'philosophische Wende' ist kaum einer Kultur erspart geblieben und keinem denkenden Individuum; und sie hat tief hineingewirkt in das Schicksal dessen, was wir gerne eine Hochkultur nennen, allen voran in die unsere. In der europäischen Geistesgeschichte ist die Frage, welcher von jenen Wahrheiten die Priorität zu geben wäre, der äußeren der Wahrnehmung oder aber der inneren, der Logik, zu einem Sondermerkmal unseres Schicksals geworden; zur kulturspaltenden Alternative der Weltdeutungen des Empirismus und des Rationalismus.

⁶⁴⁾ Im Bezug auf die genannten Disziplinen und die weitere Literatur empfehlen sich zum Nachschlagen die Bände von Herkner (1981), Patzelt (1986; man vergleiche dort das Kapitel 'Konsenstheorie der Wahrheit' ab Seite 93), Durant (1953) und vor allem Kuhn (1967).

⁶⁵⁾ Das Zitat ist der Studie von Rollett (1985, Seite 86) entnommen. Die Autorin verweist auf die Beiträge von Flavell (1979) sowie Oerter und Montada (1982), und man erinnert sich der einschlägigen Darstellungen von Plaget (1975 und 1983).

Wie weit nun auch immer die Korrespondenzen mit der außersubjektiven Wirklichkeit im kollektiven Bewußtsein unserer Kultur expandierte, die Kohärenzen des Denkens in unserer Sprache haben die Expansion gelenkt. In vielen Millionen Köpfen begann sich zwar eine ganze Welt abzubilden; doch von allem Beginn eingeschnürt 'in die spanischen Stiefel' der Logik unserer Grammatik. Ich muß also mit den Kohärenzen beginnen.

Über Kohärenzen und Constraints

Reflexion haben wir als das Vermögen bestimmt, mit Vorstellungen umzugehen. Unter Sprache wollen wir von nun an nur mehr die Wortsprache verstehen. Bleibt die Vernunft. Ich verwende den Begriff im Sinne Kants als das 'oberste Erkenntnisvermögen', welches die Verstandesbegriffe, wie diese die Erfahrung aus den Sinneseindrücken ordnen, zu einem Ganzen der Erkenntnis verbindet. In der Weise, wie auch die Umgangssprache die Vernunft als ein Mittel zur Einsicht, dem Verstand, als ein Mittel zu begreifen, gewöhnlich überragt.

In diesem Rahmen sind es aber die Verstandesbegriffe, welche besondere Aufmerksamkeit verdienen. Und unter diesen jene 'reinen Verstandesbegriffe', die aller Erfahrung vorausgehen, also die Voraussetzung sind, Erfahrung machen zu können; die, wie das Kant ausdrückt, »in der Natur der Seele ihre Quelle haben«, aber doch »*a priori* auf Objekte gehen«.⁶⁶⁾

Wir werden also, was die Constraints unseres Sprechens und Verstehens betrifft, wieder von den Kohärenzen unserer erblichen Ausstattung auszugehen haben.

Das Werden verständigen Redens

Aus der Fülle dessen, was zum Werden unserer Wortsprache schon aufgedeckt ist und noch aufgedeckt werden kann, müssen wir, dem Thema entsprechend und an dieser Stelle, bei den sich festlegenden Kohärenzen bleiben; namentlich bei jenen, welche uns die Constraints unserer eigenen Sprache vor Augen führen sollen. Ganz speziell ihre abstrakten Ausdrücke logischer und mathematischer Rationalität und deren mögliche Formen der Wahrheit.

Die vorausbedingten Festlegungen unseres Sprechens entstanden in dreierlei Zeiten und Phasen. Man kann sie in physische, sprachliche und kulturelle Universalien gliedern. Die physischen sind ererbt, die sprachlichen ererbt und tradiert und gelten offenbar auch für alle Menschen. Die kulturellen sind tradiert und ebenso universell, dies aber nur im Rahmen der jeweiligen sprachlichen und kulturellen Tradition; in ihnen ist also auch auf Hybride aus historischen Wechseleinflüssen zwischen Kulturen zu achten.

⁶⁶⁾ Man erinnere sich, daß 'Vernunft' ursprünglich Wahrnehmung, Einsicht und Verstand bedeutete, später für *ratio* verwendet wurde und die Vorrangigkeit des Verstandes vor der Vernunft seit Kant umgekehrt wurde. Man konsultiere auch das Stichwort 'Kategorie', beispielsweise bei Hoffmeister (1955).

Die physischen Universalien sind mit der Stimme der Säugetiere entstanden. Die Konsequenz ist, wie erinnerlich, eine Symbolisation des Mitzuteilenden auf eine einstimmige Tonmodulation, in strikter eindimensionaler Abfolge.

Die Konsequenz für uns Nachkommen besteht in der unüberwindlichen Schranke, alles Mehrdimensionale, ob Paralleles, Wechselbezügliches oder Vernetztes, selbst in der uns noch vorstellbaren Form, nicht isomorph darstellen zu können. Wir müssen durch Abbrechen, Rückkehren und Wiederaufnehmen den 'Faden' des Zusammenhangs an allen Verbindungsstellen zerreißen und, wie wir uns ausdrücken, wieder 'knüpfen'. Die Konsequenz für unser Sprachdenken sei nicht übersehen; zwischen der Suggestion der einfachen Lösungen und den Unmöglichkeiten, Komplexes synchron auszudrücken, entsteht die Gefahr, unsere lineare Sprechweise über Zusammenhänge mit jenen in der Welt zu verwechseln; wo, notabene, fast alles Philosophieren erst mit dem Wort begonnen hat.⁶⁷⁾ Die Sprachuniversalien sind eine Entdeckung der modernen Linguistik, namentlich der Vergleichenden Sprachforschung. Dabei stellt es sich unter Einbezug auch der exotischen Sprachen heraus, daß eine Universalgrammatik angeboren sein muß; mit 'geschlossenen Parametern', Eigenschaften, die alle natürlichen Sprachen aufweisen, und 'offenen', welche auch tradiert sein können. Zu den ersteren gehört der Dualismus von Substantiv und Verb (Abb. 18), sowie das Signalhafte und definitorisch Abgegrenzte des Wortes, bei welchem es auf Eindeutigkeit auch in bezug auf eine gedachte Klasse von Gegenständen, Vorgängen und Zuständen ankommt, und nicht auf Mehrdimensionalität, Fluktuation und Verflechtung, wie das für alles Komplexe kennzeichnend ist.

Die Konsequenz für jedes menschliche Sprachdenken ist damit die Einleitung einer neuen Stufe der Abstraktion und über den vorläufigen Erfolg, die Suggestion, auf solche Weise auch den relevanten, eben immer komplexen Phänomenen der realen Welt näherzukommen. Dieser Eindruck ist gerechtfertigt, wenn man die Erweiterung der Korrespondenzen im Auge hat, unserer Kenntnis von der Welt, welche den Erfolg des Kollektivs mittels sprachlicher Kommunikation weit über die Bemühung eines gedachten 'Kaspar Hauser' stellt. Dieser Eindruck ist aber ganz falsch, wenn man meint, mit zunehmend definitorischer Schärfe oder der Trennung einer Kategorie der Zustände von einer solchen der Vorgänge, dem Wesen der Zusammenhänge näherzukommen. Noch kein Zustand ist in dieser Welt ohne einen Vorgang entstanden; und welcher Vorgang bestünde nicht aus einer Kette von Zuständen.

Die Constraints nicht mehr änderbarer Kohärenzen im System bilden eine Kette von Vereinfachungen, welche mit der Eindimensionalität aus den physischen Universalien, über die Definitorik und Kategoriengliederung das Sprachdenken kanalisieren und sich in den Sprachformen der Kulturen fortsetzen.⁶⁸⁾

⁶⁷⁾ Einzelheiten zu den physischen und sprachlichen Universalien in Riedl. (1991); auch den folgenden Zusammenhängen sei an anderer Stelle nachgegangen. Hier ist der 'Faden' hinsichtlich der 'Biologischen Grundlagen des 'Für-Wahr-Haltens' fortzuspinnen. In bezug auf die 'Biologischen Grundlagen des Erkennens und Begreifens' sowie des 'Erklärens und Verstehens' kann man meine vorausgehenden Darstellungen (Riedl. 1987a und 1985) konsultieren.

⁶⁸⁾ Es sei daran erinnert, daß schon Wilhelm von Humboldt etwas wie erbliche Sprachausstattung vorschwebte und daß Noam Chomsky und Eric Lenneberg die ersten umfassenden Beweise lieferten. Ich bin in einer früheren Studie (Riedl., 1987a) in diesem Gegenstand ausführlicher. Übersicht der geschlossenen und offenen Parameter bei Mayerthaler (1982).

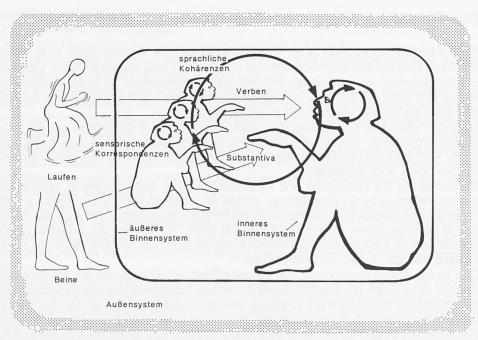


Abb. 18: Zur Entwicklung sprachlicher Universalien (geschlossener Parameter), am Beispiel der Trennung von Verben und Substantiven nach den sensorischen Korrespondenzen, und in der Folge verankert in sprachlichen Kohärenzen der Kommunikation in den Populationen.

Diese kulturellen Universalien sind die jüngsten der Constraints und auch die jüngsten in der Entdeckung. Sie beruhen auf Kohärenzen in den einzelnen Sprachfamilien und wurden zu den Themen des Sprach- und Kultur-Relativismus. Die geographische Gruppe der europäischen Sprachen folgt dabei der Struktur des Indogermanischen und, noch enger, der Grammatik der Griechen. Diese ist besonders durch den Aussagesatz gekennzeichnet, den bestimmten Artikel, zusammen mit einer Neigung, wie Carl Friedrich von Weizsäcker sagt: zu »einer Hypostasierung des Abstrakten«; was uns unbedenklich von 'dem Menschen', 'dem Schönen', oder von 'der Gerechtigkeit' sprechen und denken läßt. Sie suggeriert die Bildung von 'All-Sätzen' und führt konsequent zum Syllogismus, dem logischen Schluß.

Diese Struktur ist den Sprachen außerhalb des europäischen Einflusses unbekannt. In keiner hat sich beispielsweise der Syllogismus entwickelt oder die nähere Bestimmung eines Begriffs durch definitorisch-abstrahierende Schärfung seiner Grenzen. Im Chinesischen wird der Begriff dagegen durch Analogien näher bestimmt, durch Häufung weiterer Merkmale in seine Mitte, unter Wahrnehmung seiner gleitenden Grenzen. ⁶⁹⁾

⁶⁹⁾ Wichtige Ansätze zum Sprachrelativismus bei Whorf (1976), GIPPER (1972) und WEIZSÄCKER (zuletzt: 1988). Zur 'chinesischen Logik' CHANG TUNG-SUN (1952). Auch dieser Zusammenhang ist in RIEDL (1987a) ausführlicher dargestellt.

Das Werden einer logischen Mathematik

Einfluß auf die Entwicklung neuer Kohärenzen in unserem Denken haben zwei große, deduktive Systeme der europäischen Kultur genommen: Logik und Mathematik. Dabei ist es wahrscheinlich, daß das Erfassen der Zahl den Vorbedingungen der Logik, nämlich der Syntax und selbst der Sprache, vorausgegangen ist. Denn schon Fische können auf Unterschiede der Anzahl, wie der Reihenfolge richtig reagieren.

Früheste Dokumente des Zählens aber besitzen wir erst vom Menschen; aus der Cro-Magnon-Population, von vor immerhin rund 30.000 Jahren. Erhalten sind Kerben an einem Wolfsknochen mit Bündelungen zu fünf. Doch auch diese Zahlen waren vielleicht,

wie bei Tieren, noch unbenannt.

Die Entstehung des Zahlbegriffs, wie wir diesen in unserer Kultur verstehen, verlangt die Zusammenführung zweier Abstraktionen. Einmal die Annahme, daß z. B. ein Fünftes in allen Fällen etwas unaustauschbar anderes sei als ein Sechstes; ein andermal, daß auch 'alle Fünfe' sich in derselben Weise unterschieden von 'alle Sechs'. Es sind das die Erfindungen der Ordinal- und der Kardinalzahl; also Positionen, wie 'die Eins', 'die Fünf' und 'die Sechs'; sowie Mengen, wie 'alle', 'keine', 'das Doppelte', usf. ⁷⁰⁾

Dies ist ein Abstraktionsvorgang sehr eigentümlicher Art. Er geht von der besprochenen Klassen-, Invarianten- und Begriffsbildung aus; und die Substantivierung und Hypostasierung des Abstrakten, gerade nach der Anleitung unserer 'europäischen' Syntax, hat dies weitergeführt. Zuletzt nämlich zu den Annahmen, man könne in dieser Welt von den individuellen Eigenschaften, welcher Gegenstände auch immer, absehen; ja, es könne sogar Zustände ohne Zeit geben. Zu alledem gehört zum Zählen auch noch eine Absicht. »Die Dinge an sich haben keine Anzahl. Zum Zählen gehört ein Zweck oder Sinnzusammenhang, nach dem sich die Zählung richtet«, stellt Keller zu Recht fest; und diesen erst »setzt sich der Mensch.«⁷¹⁾

Die Zahlendarstellung verlangte in der Folge eine Bezeichnung und damit eine Festlegung der Bündelung (etwa I, V oder X), wie die Bündelung umgekehrt einer Bezeichnung bedarf. Altindische Bündelungen faßten vier, zehn und zwanzig zusammen, Babylonier auch sechzig; häufiger werden fünf, zehn und zwanzig gebündelt und der Zusammenhang mit Fingern und Zehen ist leicht zu erkennen. Zum praktikablen Zahlensystem legte sich ferner die hierarchische Ordnung der Bündel nahe; wie schon im Ägyptischen und nachfolgend im Römischen ein Dezimalsystem. Diese gewissermaßen ökonomischste Lösung hat aus der anfänglichen Hilflosigkeit gegenüber unübersichtlichen Mengen herausgeholfen. Für Berechnungen aber konnte auch das hierarchische Zahlensystem allein noch aufwendig und schwerfällig sein. Erst die Positions-Schreibweise, babylonisch begonnen, in der mykenisch-griechischen Zahlen-

⁷⁰⁾ Der Begriff des 'unbenannten Denkens' geht auf Otto Koehler (1952) zurück. Zum 'Zählen' der Fische Henning (1977) und eine Übersicht bei Davis und Memmott (1982). Das paläolithische Dokument ist dokumentiert, von Klix (1980) und Keller (1984) kommentiert worden. Weitere Beispiele in Marshack (1984). Die Bedingung des Zusammenwirkens von Ordinal- und Kardinalabstraktion ist besonders überzeugend von Plaget und Szeminska (1965), zuletzt von Oerter und Montada (1982) dargestellt.

⁷¹⁾ »Wir denken uns eine Schale mit Tomaten. Einige sind faul, einige sind zusammengewachsen, von diesen wieder einige auseinandergeschnitten. Die Hausfrau, der Gärtner, der Botaniker wird beim Zählen je nach den verschiedenen Zwecken zu verschiedenen Anzahlen kommen. « Dieses Zitat und jenes im Text ist Keller (1984, Seite 9) entnommen.

darstellung ausgeführt, leitet nochmals zu ökonomischeren Algorithmen. All das ist von Klix (1980) besonders schön illustriert.

Die weitere Entwicklung zur europäischen Mathematik und Algebra ist bekannt, ebenso ihre weltumspannenden Wirkungen und Erfolge. Hier dagegen ist die Frage zu verfolgen, welche Constraints die Konsequenzen dieser Entwicklung sind.

Eine früh entdeckte Konsequenz solchen Zahlbegriffs ist das Postulat des Unendlichen; weil, wie wir schon feststellten, unter solchen Prämissen keine Zahl gedacht werden kann, der man keine weitere zufügen könnte (n+1). Es ist berührend, zu sehen, wie die Bescheidenheit dieses menschlichen Vermögens eben die Ursache dafür ist, das Unbescheidenste an möglicher Größe oder Kleinheit (1/n+1) voraussetzen zu müssen (Abb. 19). Und heute wissen wir, daß es eben die Einführung des Unendlichen ist, welches die Möglichkeiten der Mathematik ebenso erweitert, wie es nach den Axiomen und Schlußregeln nach Frege, in Widersprüche, in die Antinomien der Mathematik führt. 72)

Eine noch wichtigere Konsequenz sehe ich darin, daß dieser Zahlenbegriff das Auftreten neuer Qualitäten nicht antizipieren läßt. Wir werden diesem Mangel beim Unvermögen unserer Logik, Phasenübergänge zu antizipieren, wiederbegegnen. Wichtig ist dabei die Suggestion, die auf das pragmatische Denken schon inmitten unserer Lebenswelt ausgeübt wird.

Mathematische Operationen, etwa die Multiplikation, gelten unabhängig von der Größenordnung, in welcher sie angewendet werden, als identisch. Davon geht die Suggestion aus, daß dies auch in der Anwendung auf materielle Gegenstände gelte (zehn oder tausend Nägel mal 1000 erscheint als identische Operation). Tatsächlich muß dies aber bei Beteiligung von Materie keineswegs gelten. Jede irdische Materiemenge, bis zur Sonnenmasse, vergrößert, führt zu hochionisiertem Plasma. Man spricht auch von entarteter Materie; die Atomkerne verlieren ihre Hüllen. Sonnenmassen, noch wesentlich vergrößert, lösen auch die entartete Materie zu 'Nicht-Materie' auf. Die Kräfte der Gravitation beginnen alle anderen zu überwiegen. Es entsteht ein Schwarzes Loch im Kosmos (ein 'Wurmloch' in den Antikosmos?). Die Ursache dieser unabwendbaren Phasenübergänge ist die sehr unterschiedliche Reichweite der vier physikalischen Wechselwirkungen. Die Konsequenz ist also unvermeidlich.

Das Beispiel mag weit hergeholt erscheinen. Wir werden dem Problem aber auch in Phasenübergängen viel geringerer Größendifferenzen begegnen. Zunächst galt es, zu zeigen, daß man allein bei quantitativen Änderungen notwendigerweise mit dem Entstehen neuer Qualitäten zu rechnen hat: was die Axiomatik unserer Mathematik nicht vorsieht.⁷³⁾

Wir berühren hier, wenn auch zunächst oberflächlich, die berühmte Frage, ob die Begriffe der Mathematik entdeckt oder erfunden sind. Ihre Entdeckungen würden in der Terminologie der Wahrheitstheorien einer Korrespondenz mit der außersubjektiven Wirklichkeit entsprechen. Die Erfindungen wären von anderer Art.

⁷²⁾ Die originalen Darstellungen findet man bei Frege 1879 und in der Folge den Nachweis der Antinomien bei Russel und Whitehead 1910-13. Eine amüsante Darstellung der Entwicklung und Entdeckung dieser Antinomien gibt Vollmer 1989. Zur 'Antinomie des Raumes', wie das schon Kant gezeigt hat, findet man die Einzelheiten bei Oeser (1988, Seite 60).

⁷³⁾ Schon Mach (1905) hat vor zu früher Abstraktion von den konkreten Objekten gewarnt. Dem Naiven ist die Grenze nachgerade eingegeben. Kinder, die »auf die Frage: 'Wieviel Nüsse sind drei Nüsse und zwei Nüsse?' rasch und richtig antworten, werden durch die Frage: 'Wieviel ist zwei und drei?' in Verlegenheit gesetzt.« Zitiert aus OESER (1988, Seite 60).

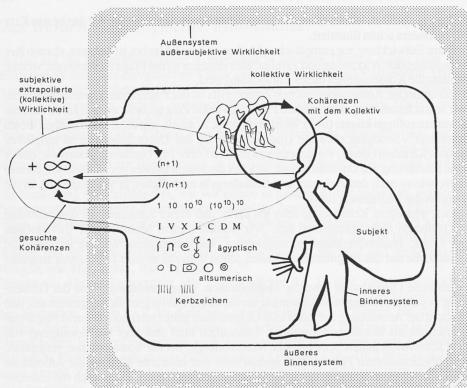


Abb. 19: Die Entwicklung von der Zahl zum Unendlichen über das apeiron des Anaximander (Zeit der Vor-Sokratiker), als Folge des kollektiven Wunsches nach Widerspruchsfreiheit, und der Unmöglichkeit, eine Zahl angeben zu können, die groß genug wäre, um ihr keine weiteren hinzufügen zu können.

Solcherart Constraints können wir als Grenzen der möglichen Übereinstimmung unserer mathematischen Voraussicht über die Außenwelt auffassen; gewissermaßen Opfer an Korrespondenz, welche dem vorrangigen Bedürfnis nach Kohärenz, also nach Widerspruchsfreiheit im System, gemacht werden.

Nun ist die Entwicklung unserer Mathematik freilich nicht ohne die unserer Logik zu verstehen und umgekehrt. Ich begann mit der Zahl, weil diese unserer Syntax wahrscheinlich vorausgegangen ist, jedenfalls ohne dieselbe entstehen konnte.

Das Werden einer mathematischen Logik

In welcher Schrittfolge sich unsere Syntax entwickelt hat, wissen wir freilich nicht. Ethologie und Entwicklungspsychologie lassen aber erwarten, daß sie über Invarianten- und Klassenbildungen emotionaler und schrittweise organisierter Ausdrücke entstand. Daran schließt die Erfahrung über geschlossene und offene Parameter unserer sprachlichen Universalien. Davon

war schon die Rede; und wir können annehmen, daß die Entwicklung einer jeden speziellen Sprache sehr effektiven Selektionsbedingungen unterlag, wobei es zur Verbesserung der Verständigung in erster Linie auf die Abstimmung von Kohärenzen in diesem äußeren Binnensystem der Menschen ankommen mußte.

Natürlich geht es bei solcher Verständigung vielfach auch um Gegenstände des Außensystems, um die außersubjektive Wirklichkeit. Wir kennen dies schon von den Warnlauten. Man soll aber nicht erwarten, daß die Herstellung solcherart Korrespondenz mit dem Außensystem die Entwicklung der sprachlichen Strukturen dominierte. Allein, daß die Zeit in der Syntax etwa der Hopi und der Griechen kaum vergleichbare Strukturen entwickelt hat, deutet darauf hin, daß es auf Pragmatik angekommen ist.⁷⁴⁾

Wir kommen den Entwicklungsbedingungen der Syntax wahrscheinlich näher, wenn wir uns vor Augen halten, wie wenig etwa der Cro-Magnon-Mensch von den 'realen' Zusammenhängen in der Welt verstanden haben kann. Und in der allgemeinen Unsicherheit wird besonders der frühe Mensch gezwungen gewesen sein, sich Deutungen anzuschließen, welche im Kollektiv eher erfunden und diffundiert als begründbar gewesen sind. Nur Weniges konnte geprüft werden. Und solche Deutungen konnten nur über eine wenn auch noch urtümliche Syntax transportiert werden, was nochmals einen Druck auf die Förderung von Kohärenzen im Sprachsystem ausgeübt haben muß; mit einer Förderung von Constraints gegenüber den Korrespondenzen mit dem Außensystem im Gefolge.

Auch möge man sich vor Augen halten, daß gerade die prähistorische Entwicklung der Sprache von einem Bedürfnis nach Schaffung von Sicherheit angeführt wurde. Wir finden dieses auch noch in den historischen Dokumenten vor, die wir über die Entwicklung der Logik aus jener Syntax besitzen. Dies läßt sich also bei den Vor-Sokratikern erkennen und führt in der entstehenden Logik von einem Bedürfnis nach Sicherheiten in der Kommunikation zum Bedürfnis formaler Sicherheiten der Widerspruchsfreiheit.

Aus der erwünschten Sicherheit der entsprechend als invariant konzipierten Begriffe folgt in einer der Denkrichtungen das Konzept vom invarianten Gegenstand und mit Parmenides schon im 5. vorchristlichen Jahrhundert das Identitätsprinzip; der Gedanke, daß ein Ding stets mit sich selber gleich ist. Der Weg in den Typus einer Identitäts-Logik bahnt sich damit an.⁷⁵⁾

Natürlich ist man gegenüber dem Wandel aller Dinge nicht blind gewesen; im Gegenteil. Das Identitätsprinzip hat wohl die Wahrnehmung eines Transitivitätsprinzip geradezu herausgefordert. Und es ist Parmenides' Zeitgenosse Heraklit, von dem schon die Einsicht des 'panta rei' stammt ('alles fließt') und die Erkenntnis: 'Du steigst nie zweimal in denselben Fluß'.

Aber die Syntax und Semantik des Griechischen, wie diese nun einmal entstanden waren, verbunden mit jenem Wunsch nach Sicherheit, förderte eben weiterhin die Akzeptanz des Identitätsprinzips. Und Platon, wie man sich ausdrückt, 'entdeckt' die kleinste logische Einheit im begrifflichen Denken: den Aussagesatz in der Verbindung von Substantiv und Verb. Entdeckung freilich im Sinne des Auffindens einer in der Kohärenz des äußeren

⁷⁴⁾ Die vorzügliche Darstellung dieser beträchtlichen Unterschiede verdanken wir wieder den Studien von Whorf (1976).

⁷⁵⁾ Sie steht im Gegensatz zum Typus einer Korrelations- oder Transitivitäts-Logik des chinesischen Denkens, welche sich ebenfalls im 5. vorchristl. Jahrhundert zu entwickeln beginnt. Man vergleiche Hu Shih (1963), Gipper (1969), Freytag-Löringhoff (1955) und Chang Tung Sun (1952); Übersicht in Riedl. (1987).

Binnensystems der Sprache schon gegebenen Prädisposition. Das Außensystem, die außersubjektive Wirklichkeit, enthält keine Aussagesätze.

Identitäten von Gegenständen legen Identitäten der Repräsentanten einer gedachten Klasse nahe. Die Dichotomie durch bloße Negation, wie auch dies die Sprache nahelegt (Raubtiere versus 'Nicht-Raubtiere'), suggeriert die angestrebte Sicherheit, auf solche Weise sogar über die ausgeschlossene Klasse etwas wissen zu können (über den Bartenwal und das Kaninchen?). Und die 'Diairesis', die Aufspaltbarkeit in Unterbegriffe, leitet über zu den 'All-Sätzen' der nun von Aristoteles ausformulierten Logik, mit der eindrucksvollen Suggestion, daß aus Wissen überhaupt neues Wissen gewonnen werden könnte (Abb. 20). Zudem mit der Unterschiebung, man könne auch von allen Repräsentanten einer begrifflichen Klasse irgendein Wissen mit Sicherheit vorwegnehmen. Damit ist die beunruhigende Wahrnehmung des Wandels, der Transitivität, sowohl der Merkmale der Gegenstände, wie auch der Gegenstände einer Klasse, ausgeschlossen.

Die Kohärenzen in dem damit logisch werdenden System der Sprache erlauben nun bedeutende Expansionen; und zwar umso verläßlicher, je mehr die Abstraktion oder Formalisierung von den Unverläßlichkeiten der Syntax der Umgangssprache und einer, immer noch an der 'schmutzigen Wirklichkeit' entwickelten, Semantik abhebt. Es entsteht jenes deduktive System der klassischen Logik; ausgehend von Annahmen, welche nicht die Wahrnehmung jener 'schmutzigen Wirklichkeit', als vielmehr die 'gesäuberten Konstruktionen' aus der griechischen Sprache nahelegten.

Diese Erwartung einer Deduzierbarkeit weiteren Wissens aus der Annahme einer Existenz identischer Merkmale von Gegenständen und identischer Gegenstände in gedachten Klassen hat nun neue Constraints zur Folge; Limitationen gegenüber der möglichen Korrespondenz des Ausdrucks oder der Darstellbarkeit des Außensystems, eben der außersubjektiven Wirklichkeit.

Diese definitorische Weise, die Gegenstände dieser Welt gewissermaßen differentialdiagnostisch zu bestimmen, die abgrenzenden Merkmale alle als unverbrüchlich und am 'Außenrand' der Gegenstände und Klassen gelegen zu vermuten, scheint mir nochmals sprachbestimmt. Unsere Syntax bietet bei der Darstellung von überlappenden Polymorphien nämlich wenig suggestive Hilfe. Sie legt vielmehr nahe, dies durch eine verwirrende Aufzählung jeweils partieller Koinzidenzen auszudrücken.

Das kann so weit gehen, daß Haustauben die Unterscheidung zweier Klassen aus überlappend polymorphen Figuren durchaus leisten, was dagegen Cambridge-Studenten ernste Schwierigkeiten machte. »Falls die Personen die Sache überhaupt lösten, trachteten sie die simple Polymorphie zu umgehen und produzierten ungeschickte Kombinationen aus Disjunktionen, sowie Konjunktoinen. «⁷⁶)

Ich werde noch zu zeigen haben, daß rationale, also auf unserer Logik aufbauende Lösungen in anderer Weise schwerfällig und unangepaßt sind sowie andere Fehler machen als unsere ratiomorphe, gewissermaßen instinktive Anleitung.

⁷⁶⁾ Die biologische Taxonomie kennt dies gut und unterscheidet differentialdiagnostische Merkmale, die in allen Repräsentanten einer Tiergruppe vertreten sind und in keiner anderen, von den graduell zu- und abselektiven und den akzessorischen Merkmalen (Übersicht in Riedl 1975 und 1987a). - Das Zitat ist Herrnstein (1984, Seite 254) nach einer Studie von Dennis, Hampton und Lee (1973) entnommen.

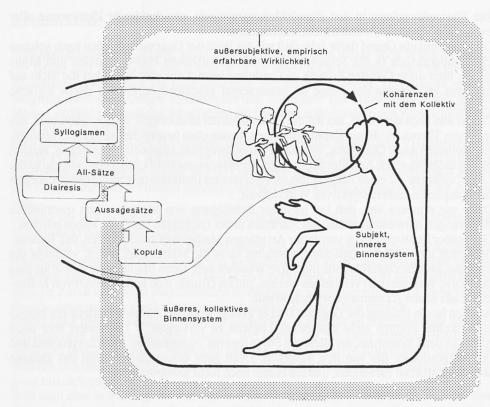


Abb. 20: Entwicklung des logischen Schlusses, des Syllogismus, ausgehend vom Griechischen, von der Kopula (ist, sein) zum Aussagesatz, der Negation (diairesis) zu den All-Sätzen und dem logischen Schluß. Ein Weg, der die empirisch erfahrbare Wirklichkeit allmählich verläßt.

Kurz, die Limitationen der Identitätslogik treten sowohl im Vergleich mit realen Gegenständen auf als auch in Schlüssen über Klassen derselben.

Im Vergleich der Gegenstände setzt diese Logik eben voraus, daß dieselben identisch sind oder nicht. Eine dritte Möglichkeit wird nicht zugelassen: *tertium non datur*. Wenn also A gleich B und B gleich C ist, dann muß C gleich A sein. In der komplexen Wirklichkeit aber gibt es nur annähernd gleiche Gegenstände.

Wenn folglich A nur ungefähr gleich B ist und so fort, und M nur ungefähr gleich N ist, dann wird N nicht mehr gleich A sein. Die Jungen der Reptilien sind ihren Eltern weitgehend identisch, dennoch war eines in der Generationenkette schon ein Säugetier. A=B, B=C, ergo ist C = A der Logik schriebe sich nun $A \cong B$, $B \cong C$. .N, ergo $N \ne A$. Das Werden neuer Qualitäten würde ansonsten nicht darstellbar.

Deutlich wird dies auch bei den 'All-Sätzen' über Klassen, wenn Systembedingungen unbeachtet bleiben. Wenn wir etwa feststellen: 'Alle Lebewesen setzen sich ausschließlich aus Molekülen zusammen, kein Molekül aber ist belebt', dann müßte folgen: 'Alle Lebewesen sind unbelebt.' Oder wenn wir beobachten: 'Alle Gehirne bestehen aus nichts anderem als Zellen, keine Zelle aber kann denken', dann folgte daraus: 'Kein Gehirn kann denken.'

Die Phasenübergänge in den Entwicklungsprozessen, entscheidende Phänomene aller evolutiven Vorgänge, werden nicht wahrnehmbar.

Dies muß mit ein Grund dafür sein, daß wir die Welt der Gegenstände eben nach solchen Phasenübergängen in die Schichten der wissenschaftlichen Fächer trennten und Mühe haben, über diese Grenzen hinweg zu kommunizieren. Dies aber behindert die Sicht auf das, was im Werden der Dinge so fundamental geschieht; legitimiert durch logische Gesetze.

Das ist nun auch der Punkt, um auf die Constraints der Mathematik zurückzukommen, mit welchem Thema wir dieses Kapitel begannen. In den eben besprochenen Schwierigkeiten, das Auftreten neuer Qualitäten, wie auch Phasenübergänge allgemein, vorzusehen, handelt es sich nicht um einen Adaptierungsmangel der biowissenschaftlichen Terminologie an die Logik; vielmehr um einen Adaptierungsmangel unserer Identitätslogik an die Gegebenheiten der komplexen, außersubjektiven Wirklichkeit.

Denn wir erinnern uns, daß bei jeglicher Beteiligung von Materie schon quantitative Änderungen notwendigerweise das Auftreten neuer Qualitäten zur Folge haben müssen. Gegenüber Beobachtungen von dieser Art pflegen Mathematiker zu erklären, daß Bedenklichkeiten hinsichtlich möglicher Constraints nicht die Mathematik träfen, vielmehr die einzelne, jeweils klageführende induktive Wissenschaft. Denn Mathematik müsse als eine deduktive Wissenschaft verstanden werden, die im Grunde jede beliebige Art von Mathematik aus neuen Axiomen entwickeln könne.

Ähnlich ist die Haltung der Logiker. Und es genügt wohl, auf die große Palette der bereits entwickelten Formen nicht klassischer Logiken zu verweisen. Das ändert aber noch nichts an den Constraints, die allein die Folge unseres 'europäischen' Sprachtypus sind und der Suggestionen, die von ihm ausgehen. Denn ganz offensichtlich zeigt das gängige wissenschaftliche Paradigma, daß die Hürde noch nicht genommen ist.

Korrespondenzen mit der Außenwelt

Es wäre unsinnig zu behaupten, daß uns die Ausarbeitung der besprochenen Kohärenzen im äußeren Binnensystem wissenschaftlicher Kommunikation nicht weitergebracht hätte. Nämlich selbst im Sinne einer Förderung der Korrespondenzen mit der Außenwelt. Diese Korrespondenz nämlich, wie zu zeigen sein wird, entspricht im Prinzip der Entdeckung der Naturgesetze.

⁷⁷⁾ Man vergleiche die breite Übersicht bei Kreiser, Gottwald und Stelzner (1988), wie daß schon die Quantenlogik »zu logischen wahrscheinlichkeitstheoretischen Widersprüchen und zum Verlust des Kausalgesetzes« führt (Mittelstaedt, 1966; Zitat von Seite 201). Man vergleiche auch Fischer (1987).

Redundante Welt als Vorbedingung

Will man elementar beginnen, so ist festzustellen, daß es in dieser Welt Wiederholungen der Dinge und Ereignisse gibt. Diese Welt ist sogar hoch redundant; und vieles dieser Redundanz erweist sich als naturgesetzlich weitgehend genormt. Das kommt unseren Möglichkeiten empirischen Kenntnisgewinns entgegen. Die Anzahl als Position oder Menge, ordinal wie kardinal, ist offenbar ein Ding der außersubjektiven Wirklichkeit. Nur die Zahl ist Menschenwerk.

Man kann sogar die Ansicht vertreten, das Zählen sei eine angeborene Verhaltensweise. Schon Platon war der Ansicht, wir hätten dieses Wissen aus unserer vorgeburtlichen Existenz mitgebracht, vergessen, und im Lernen nur wiedererlernt. Angeborene Leistungen kennen wir aber als höchst geprüfte, wie bewährte Korrespondenzen mit der Außenwelt.

Da sind wir nun zu der so schönen Frage zurückgekehrt, ob die Gesetze der Mathematik nun entdeckt oder erfunden wären.

Im Grunde entstehen wohl alle Entdeckungen aus Erfindungen. Es sind Versuche unter Randbedingungen. Ob der Versuch nun weitgehend dem Zufall überlassen bleibt und die Randbedingungen das System der Gene eines Organismus bilden, oder ob derselbe schöpferische Zufall in unseren absichtsvollen Bedingungen eingeengt wurde, wie diese von der Forschungsreise bis zu technischen oder abstrakten Konstruktion reichen.

Entdeckung nennen wir dann, was sich als solches Konstrukt im Binnensystem mit dem Außensystem als korrespondent erweist. Wo immer wir mit einer mathematischen oder logischen Erfindung unsere Prognostik über die außersubjektive Wirklichkeit verbessern, wandelt sich die Erfindung zur Entdeckung; oder hat jedenfalls gewisse Züge der Entdekkung mit sich gebracht.

Will man eine Schätzung des Ausmaßes dieser Entdeckungen vorbereiten, so halte man sich vor Augen, wie vieles wir in dieser Welt nicht mehr zu prognostizieren vermöchten, würden wir auf jene Entdeckungen unserer Mathematik und Logik verzichten.

Diese Ansicht ist auf jene Pragmatik gestützt, wie sie die adaptionistische Seite der Evolutionären Erkenntnistheorie nahelegt. Derselben ist aber die konstruktivistische Seite anzuschließen, mit der Einsicht, daß es für viele Probleme mehrere Lösungen geben wird; daß also nicht die Form der Lösung für die Korrespondenz mit dem Außensystem gehalten werden darf, sondern nur die Lösung selbst; im Sinne einer erfolgreichen Handlung. Schwirr- und Segelflug von Libelle und Schwalbe fanden wir als unterschiedliche Formen der Problemlösung unter Constraints, als Folge der unvermeidlich-lebenserhaltenden Kohärenzen der anatomischen Schicksale jener Erfinder. Nur das Flugvermögen selbst ist ihre gemeinsame, mit der Aerodynamik korrespondierende Entdeckung. Wir kennen dies (Abb. 3, Seite 33) als funktionelle Analogien.

⁷⁸⁾ Keller hat diesen Gedanken jüngst (1984) dargestellt, ohne sich auf die Evolutionäre Erkenntnistheorie zu beziehen, und gibt auch jenen Hinweis auf den Dialog 'Menon' von Platon. Vielleicht besteht überhaupt eine Beziehung zwischen Platons Ideen und der 'Teilhabe an der Welt' mit Lorenz' Angeborenen Formen der Anschauung.

Lösungsformen und Empirie

Dies legt nochmals nahe, die Constraints als Folge des Schicksals unserer Denkformen zu beachten. Die Lösungsformen, wie wir diese mit dem Zeichen π anschreiben, oder mit der zweiten und dritten Wurzel, wird man nicht für Gegenstände dieser Welt halten dürfen; vielmehr für empirisch bewährte Beziehungen zwischen Radius und Umfang, oder zwischen Strecken, Flächen und Volumina, innerhalb unserer begrenzten, euklidisch betrachtbaren Welt mittlerer Größen.

Es kann darum nicht wundernehmen, daß man die mathematischen Begriffe platonistisch, realistisch, formalistisch, intuitionistisch, wie auch konstruktivistisch betrachten kann. Und es nimmt nicht wunder, daß bedeutende Mathematiker 'letztlich' doch einem platonischen Realismus zuneigen, wie dies Hans-Christian Reichel für David Hilbert und Kurt Gödel zeigt, ebenso wie für Cantor und Frege. ⁷⁹⁾

Im Sinne unseres Themas enthält dies die Erwartung einer Korrespondenz zwischen Begriff und Welt. Nach Platon im Sinne einer 'Teilhabe' unseres Verstandes an ihr im Sinne der Welt vorgegebener Gesetze. Nach der evolutionären Theorie im Sinne unserer 'Teilhabe' an einer außersubjektiven Wirklichkeit, der notwendig entstandenen Korrespondenzen; als Erhaltungs-Bedingungen von Systemen in ihrem Milieu.

Korrespondenz über Kohärenzen

Natürlich kann alle Korrespondenz mit dem Milieu nur über Kohärenzen gewonnen werden, welche uns schon vorgegeben sind. Insofern haben die Konstruktivisten recht. Natürlich gibt es außerhalb unserer Sprache auch kein mc^2 , keine Zahl π ; aber es gibt außerhalb der Organismen auch keine Großhirnrinde, keine Dendriten und nicht einmal Spikes. Aber daraus abzuleiten, daß alles nichts als Konstruktion sei und über jene Wirklichkeit nichts ausgesagt werden könne, das leitet den radikalen Konstruktivismus in die Falle des Solipsismus. Und dieser wird durch das Leben selbst widerlegt.

»Die Existenz einer realen, 'bewußtseinsjenseitigen' Welt«, räumt Gerhard Roth ein, ist »eine notwendige Annahme, um eine in sich konsistente Wahrnehmungstheorie zu entwikkeln.« Und noch profunder im Sinne jener Teilhabe: denn wir sind selbst ein Teil dieser Wirklichkeit: »Insofern stehen wir ihr nicht gegenüber, sondern sie geht durch uns hindurch«. 80)

Wie ansonsten wäre es zu verstehen, daß ohne Korrespondenz unserer Gravitationstheorie und der pragmatischen Meinung, ihr vertrauen und ihre Parameter auch noch kalkulieren zu können, es möglich sein sollte, einen Menschen auf den Mond zu setzen und ihn

⁷⁹⁾ Vorzüglich ist dies im Kapitel 'Die ontologische Frage in der Mathematik aus historischer Sicht' von REICHEL (1988) dargestellt; wie die Diskussion des Realismusproblems in OESER und BONET (1988) dem Leser so viel Gewinn bringen möge, wie sie mir gebracht hat.

⁸⁰⁾ Den Konstruktivismus in der Biologie verfolgt man von seinen extremen Posititionen bei MATURANA (1982) zu MATURANA und VARELA (1987) und zu G. ROTH (1985, 1987 und 1987a). Die Zitate aus G. ROTH 1985, Seite 242 und 1987, Seite 106. Meine Position, wie überhaupt der Grundgedanke zu diesem Buch, in RIEDL 1988a.

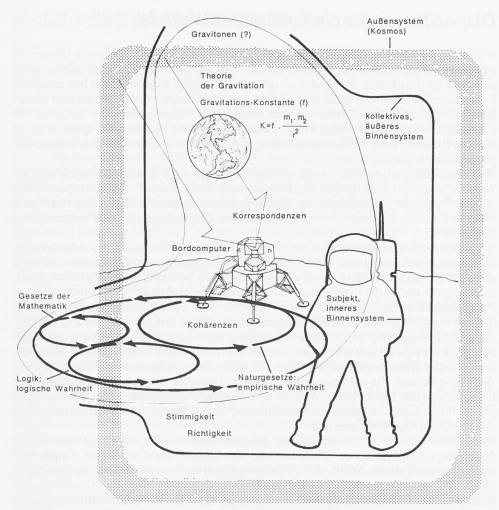


Abb. 21: Notwendigkeit der Verknüpfung von Kohärenzen und Korrespondenzen am Beispiel einer von Elimination bedrohten Handlung. Im Bordcomputer müssen als lebenserhaltende Bedingungen sowohl die Gravitationsgesetze (Korrespondenz mit dem Außensystem) sowie deren zutreffende Berechnung (Kohärenz im Binnensystem) widerspruchsfrei (empirische wie logische Wahrheit, gesamt kohärent) vorgesehen sein; so wenig wir auch das Graviton kennen oder die Logik der Mathematik zu begründen vermögen.

unbeschädigt wieder zurückzubringen. Was sich hinter den, wie auch noch immer, hypothetischen Gravitonen verbergen mag, die Handlung nach der Theorie und ihrer sorglich mathematischen Behandlung muß mit der Welt korrespondieren. Sie hätte sonst keinen Erfolg (Abb. 21).

Dispositionen für ein kohärentes Weltbild

Die ganze Evolution des Für-Wahr-Nehmens, wie wir sie bislang erörtert haben, stand bereits unter dem Druck der Selektion, richtige Prognostik zu erweitern. Dies setzte die Entwicklung von Korrespondenzen zwischen äußerem Ereignis und Reaktion oder Handlung voraus; später von Erwartung und empirischer Theorie; und dies erfordert ein kohärentes Binnensystem. Zunächst als innere Abstimmung der Bauteile, später auch im äußeren Binnensystem der Kommunikation, in der Sprache in Semantik und Syntax, und endlich auch in der Logik.

Was noch darzustellen bleibt, kann man als die Suche nach einem widerspruchsfreien Weltbild beschreiben. Sie ist von der Erwartung angeleitet, daß auch die Korrespondenzen mit den Dingen der außersubjektiven Wirklichkeit untereinander kohärent seien und einen widerspruchsfreien Zusammenhang bilden müßten. Naturerkenntnis und Denken sollten harmonieren.

Unser Bedürfnis nach Sicherheit oder Gewißheit verlangt die Vermeidung von Widersprüchen, sowohl zwischen jenen Kohärenzen, die wir als Naturgesetze formulieren, als auch zwischen diesen und unserer Sprache, hinein bis in die Semantik unserer wissenschaftlichen Begriffe und in die Syntax einer zuletzt formalisierten Logik.

Psychologisch ist die Legitimität dieses Wunsches wohl aus der Erwartung zu verstehen, richtige Voraussichten über den Zusammenhang der Dinge erweitern zu können; und dies schließt die Bedingung ein, daß diese Erweiterung nicht durch Widersprüche verunsichert oder ganz in Frage gestellt wird. Man erinnere sich, mit welcher Selbstverständlichkeit die Kulturen ihre Weltschöpfer mit den ihnen verständlichen Absichten ausstatteten. Oder wie 'das Wilde Denken' die uns heute wunderlichsten Analogien entwickelt, um die mögliche Erklärbarkeit der Dinge dieser Welt so weit wie nur möglich zur eigenen Beruhigung erweitert erscheinen zu lassen. Der Entwicklung aller Kulturen war die Erwartung einer widerspruchsfreien Welt unterlegt.

Aber schon unseren angeborenen, also genetisch erlernten Haltungen ist eine solche Anleitung zuzuschreiben. Widersprüche der Sinne, etwa zwischen Optik und Bewegungssinn, wie am Schiff oder im Zauberkabinett zu erleben, wird uns sogleich durch Übelkeit warnend gemeldet.

Es bleibt somit darzustellen, zu welchen Graden der Kohärenz die äußeren Binnensysteme auch hinsichtlich der Deutung der Außensysteme gediehen sind, also die Systeme von Kommunikation und der sogenannten Naturgesetze. Und es bleibt die Aufgabe, die Korrespondenzgrade und die Korrespondenzmängel zwischen diesen kohärenten Systemen aufzusuchen, mit der Frage, wie letztere zu überwinden wären.

Es ist also noch ein, wie auch immer knapper Abriß der Kulturgeschichte der einschlägigen Gebiete unserer Wissenschaften anzuschließen, der uns in die Gegenwart dessen führt, was wir, dank der geschilderten Geschichte und der Schicksale nun unserer kulturellen Ausstattung heute für wahr und für wahrscheinlich halten. Und es bleibt zu fragen, in welcher Weise die heutige Kontroverse über diese Ansichten eine Lösung bereits vorbereitet.

Evolutive Sicht der Theorien von der Wahrheit

Anerkennt man die Ansicht, daß die Grundlagen unseres Denkens und Sprechens, unserer Syntax und Logik, ein Produkt schicksalshafter Entwicklungsgeschichte sein müssen, also nicht uns und der Welt vorgegeben sein können, dann ist die Hoffnung, in unserer Logik die letztgültige Grundlage zur Erkenntnis der Welt zu besitzen, aufzugeben.⁸¹⁾

Dem gegenüber muß etwas wie ein Schwebezustand akzeptiert werden, der anerkennt, daß a priori nichts von Gewißheit sein kann, und daß erst eine zunehmende Korrespondenz und Widerspruchsfreiheit zwischen den beiden wachsenden und dichter werdenden Netzen in sich kohärenter Systeme, nämlich von Selbst- und Naturerkenntnis, auch die Grade von Gewißheit wachsen lassen kann. Einen solchen Standpunkt kann man 'kritischen Empirismus' nennen. Und von ihm aus will ich die zu schildernden Entwicklungen sehen.

Zweifellos ist die sinnliche Wahrnehmung die Grundlage des frühen assoziativen Kenntnisgewinns gewesen. Allerdings bereits gesteuert durch die angeborenen Formen der Anschauung. Und schon die Naturvölker haben alle, und zu aller Beunruhigung, bemerkt, was sich in einem Kopfe, beispielsweise im Traum, alles abspielt; und wie schwer es ist, das Gedachte vom Wahrgenommenen zu unterscheiden. Der Sensualismus, jene Lehre, nach welcher alle Erkenntnis allein auf Sinneswahrnehmungen zurückginge, ist eine viel spätere, philosophische Konstruktion.⁸²⁾

Es mag sein, daß beim frühen Menschen, wie bei vielen Menschen noch heute, eine Haltung vorherrschte, die man später Pragmatismus nannte, nach welchem dem Erfolg des Handelns (pragma) eine höhere Gewißheit zugeschrieben wird als dem Erfolg des Denkens. Sobald aber in unserer Kulturgeschichte, und zwar schon bei den Vor-Sokratikern, der Unterschied zwischen Denken und empirischer Erfahrung entdeckt wurde, trennen sich zwei Strömungen.

Nicht so sehr, weil der einzelne Denker die beiden Seiten seines Zugangs zu dieser Welt nicht bemerkt hätte. So manche haben dies auch ausgedrückt. Vielmehr wohl deshalb, weil sich bald konkurrierende Denkschulen entwickelten und man sich im entstandenen Dilemma entscheiden wollte, welcher Gewißheit, der empirischen oder aber der rationalen, der Vorrang vor der anderen zu geben sei.

Um ein klassisches Beispiel zu geben: Schon Archmedes zeigte, wie schwierig es wäre, die Gleichheit zweier sehr verschiedener Flächen rational, logisch, zu beweisen; wie leicht aber, sie empirisch auf der Waage im Gleichgewicht zu zeigen. Umgekehrt ist es empirisch schwer und der Wahrnehmung unmöglich, das tausendste Exemplar unter tausend festzustellen, rational im Rahmen des Zahlensystems aber höchst einfach.⁸³⁾

⁸¹⁾ Dem Ansatz der logischen Positivisten, wie ihn Carnap (1961) in dem programmatischen Buchtitel: »Der logische Aufbau der Welt« festgehalten hat, wird vielmehr 'der Weltliche Aufbau der Logik' zum Gegenstand der Untersuchung.

⁸²⁾ Auch der Satz: 'Nichts ist im Verstande, was nicht vorher in den Sinnen war' ('nihil est in intellectu, quod non primus fuerat in sensu'), der Aristoteles zugeschrieben wurde, stammt erst in ähnlicher Form von Cicero, der sich auf Epikur beruft. Leibniz ergänzte spottend: 'ausgenommen der Verstand selbst' ('nisi intellectus ipse').

⁸³⁾ Diese Beispiele sind KLIX (1980, Seite 256) entnommen. Dort ist auch die Entwicklung der Mathematik und der Logik ungleich ausführlicher behandelt.

Mit der Entdeckung der Gesetze der Geometrie (die wir heute eine Euklidische nennen) schon durch Pythagoras, also im 8. vorchristlichen Jahrhundert, und mit der Einsicht, daß diese gewisser sind als jede Empirie, beginnt die Erkenntnis der Gesetze des Denkens. Und man wird anerkennen, daß die gedankliche Halbierung des Winkels, die Feststellung der Winkelsumme jedes Dreiecks gleich zwei rechten Winkeln oder die Verdoppelung des Quadrates über dessen Diagonale keines empirischen Beleges bedarf; ja daß die rationale Lösung stets um Dezimalen genauer gedacht werden kann als jede empirische.

Es ist nicht zu verwundern, daß diese Entdeckung der Möglichkeiten der Vernunft die pythagoreische Gemeinde sektenhafte, ja klösterliche Züge hat annehmen lassen. Zudem ließ die beobachtbare Korrelation zwischen musikalischen Intervallen und einfachen Brüchen auf eine kosmische Harmonie schließen, deren der Mensch ein Teil sein müsse. In unserer Terminologie eine Art Kohärenz zwischen Binnen- und Außensystemen.

Mit der Kenntnis einer von der Empirie unabhängigen Ratio trennten sich die Schulen; eben in empiristisch materialistische versus rationalistisch idealistische. »Diese nahm mit Pythagoras ihren Anfang und verlief über Parmenides, Herakleitos, Platon und Kleanthes zu Paulus und Plotinos; jene nahm ihre erste weltliche Gestalt in Thales an und verlief über Anaximander, Xenophanes, Protagoras, Hippokrates und Demokrit zu Epikur und Lucretius.«⁸⁴⁾

Beide setzen sich, wandelnd mit dem Kenntniszuwachs der Jahrhunderte, bis in die Gegenwart fort; zu Theorien vom primären Ursprung unserer Erkenntnis. Die Formen des Rationalismus reichen über Thomas von Aquin, Descartes, Leibniz und Christian Wolff zu Hegel und einem logischen Positivismus und dem Kritischen Rationalismus bei Karl Popper, in welchem immerhin noch die Gesetze der Logik als unverbrüchliche Grundlage der uns möglichen Gewißheit gelten. Diesem gegenüber steht ein Empirismus, der über Francis Bacon und John Stuart Mill zu Feuerbach führt und zur meist ungeschriebenen Tradition eben der empirischen Naturwissenschaften wurde, soweit sie dem Problem der Vorbedingungen innerer oder logischer Kohärenzen im Denken selbst ausweichen konnten.

Im ganzen ist dem Rationalismus zuzustimmen, wenn behauptet wird, daß es zum Gewinn jeglicher Kenntnis der Vorkenntnisse bedarf. Aber er irrt mit der Ansicht, daß diese Vorkenntnisse nicht auch empirisch entstanden wären; daß diese sogar Gewißheiten einbeschlössen und in Ideen zu finden seien, die der Welt vorgegeben, gottgeschaffen oder nicht begründet werden müßten, weil sie sich, wie die Axiome der Mathematik und Logik, intuitionistisch zureichend aus Plausibilitäten verstünden.

Gleichermaßen ist dem Empirismus zuzustimmen, wenn behauptet wird, daß aller Kenntnisgewinn nur aus der Erfahrung stamme. Aber er irrt nicht minder mit der Ansicht, daß es sich dabei ausschließlich um assoziative Erfahrung handelte, diese zum Gewinn von Gewißheit genüge, und es vorindividuellen Kenntnisbesitzes nicht bedürfe. Beide extremen Positionen haben den erblichen, stammesgeschichtlichen Kenntnisgewinn nicht wahrgenommen oder mißtrauen der Lehre, die diesen vertritt.

So formuliert, liegen die Auffassungen weit auseinander, wo man in der Regel jedoch stets extreme Positionen zu mildern trachtete. Wenn es aber um die Frage geht, in welchen dieser Wurzeln Gewißheiten oder die Grundlagen der Wahrheit zu finden wären, dann findet man auch die Standpunkte wieder deutlich getrennt.

⁸⁴⁾ Diese 'kompakte' Stelle ist Durant (Band 4, Seite 232 der Ausgabe von 1960) ent-nommen. Man vergleiche dazu die amüsante Passage in Durant 1953 (Seite 16).

1. Wahr sei, dies ist die älteste der Auffassungen, eine Entsprechung von Vorstellung und Wirklichkeit. Diese Korrespondenz-Theorie geht auf Aristoteles zurück, und die klassische Formulierung: 'veritas est adequatio rei et intellectus' wird Thomas von Aquin zugeschrieben. Ihre Ausformung in der Moderne erfuhr sie durch Descartes und diese Auffassung ist als Cartesianismus wohlbekannt.

In unserem Sinn ließe dies eine Korrespondenz zwischen Binnen- und Außensystemen erwarten. Wie aber könnte das sein? Da wäre ja zunächst eine Korrespondenz der Sinne vorausgesetzt, des inneren Binnensystems. Gewißheit, lehrten daher die Sophisten, kommt von den Sinnen; was könnte einfacher sein. Setzen diese, argumentierten Sokrates und Platon, aber nicht schon die Bildung der Weisheit voraus? Und Aristoteles entwickelte die Logik als Gesetze vom richtigen Sprechen und Denken. In unserem Sinn mit der Voraussetzung einer Korrespondenz von Sprache und außersubjektiver Wirklichkeit, nun von äußerem Binnen- und Außensystem.⁸⁵⁾

Diese Entdeckung der Denkgesetze machte zu Recht tiefen Eindruck und bestimmt mit dem Begriff einer 'logischen Wahrheit' bis dato die gespaltene Diskussion; zum einen den Versuch, die Gewißheit der Axiome der Logik allein aus der Kohärenz dieses Systems zu beweisen, zum anderen aus einer Korrespondenz des Denkens mit der Welt. »Geschichtlichem Blick«, sagt Hoffmeister (1955, Seite 657), »zeigte sich diese Subjekt-Objekt-Spaltung und mit ihr der aristotelisch-scholastisch-cartesische Wahrheitsbegriff einschließlich der formalen Logik als eine gewisse Hilflosigkeit.« Und sie äußert sich darin, daß versucht wird, Wahrheit vorwiegend aus Korrespondenzen mit der Welt, oder aber aus Kohärenzen, aus innerer Widerspruchsfreiheit, abzuleiten; Kohärenzen, wie wir finden werden, allerdings zweierlei Art, nämlich Widerspruchsfreiheit in der Sprache, oder aber in den der Natur ableitbaren (wenn auch sprachlich ausdrückbaren) Voraussichten oder Gesetze.

2. Es nimmt damit nicht wunder, daß die Wahrheitsdiskussion zunächst auf etwas wie Konsens ausweicht. Puntel faßt diese Standpunkte zu den Intersubjektivitäts-Theorien der Wahrheit zusammen. Intersubjektivität, ein Gedanke des Deutschen Idealismus, wird von Peirce als unbegrenzte Forschergemeinschaft aufgefaßt, und Wahrheit als jener Grenzwert, an welchen diese ihre wissenschaftliche Überzeugung annähert; »einen«, so setzt Habermas fort, »discursiv einlösbaren Geltungsanspruch«.⁸⁶⁾

In unserem Sinn ist dies eine Erfüllung der notwendigen Bedingung der Kohärenzen im äußeren Binnensystem unter der Voraussetzung widerspruchsfreier Sprachen, und zwar durch die Erweiterung auf Widerspruchsfreiheit der Ansichten im Kollektiv. Aber wie kann man vom Konsens eine zureichende Begründung erwarten? Wahrheit als Mehrheitsbeschluß? Ist, um eine Bemerkung von Bertrand Russell anzuwenden, der Narr, der sich für ein Rührei hält, nur deshalb im Irrtum, weil er sich mit seiner Ansicht in der Minorität

⁸⁵⁾ 'Sophistai' oder 'Weisheitslehrer', vor allem des 5. vorchristlichen Jahrhunderts, verfielen von Lehrern der Wissenschaften später in die 'Sophistereien' der Spitzfindigkeiten und Wortgaukeleien; schon nach Aristoteles »ist die Sophistik eine scheinbare, keine wirkliche Weisheit, und der Sophist ein Mensch, der mit scheinbarer, nicht mit wirklicher Weisheit Geschäfte macht.«

⁸⁶⁾ In dieser und den weiteren Gliederungen der heutigen Wahrheitstheorie folge ich der übersichtlichen Darstellung von L. Bruno Puntel (1983), man vergleiche auch Puntel 1987. Die angegebenen Stellen von Peirce aus dem Jahre 1901 findet man im 2. Band 'Peirces Schriften' von Apel (1967/70) und von Habermas (1973).

befindet? Natürlich ist Reflexion über Erfahrung impliziert, also Korrespondenz mit der Welt unterlegt. Aber deren Begründung wird erst später aufgegriffen.

3. Zunächst aber stellen sich sprachanalytische Theorien zur Seite. Vor allem mit einer skeptischen Redundanztheorie. Ramsey, wie schon erwähnt, tut große Wirkung, indem er vermutet, »daß es in Wirklichkeit« (sollen wir sagen: 'in Wahrheit'?) »kein gesondertes Wahrheitsproblem gibt, sondern lediglich eine sprachliche Verwirrung (linguistic muddle)«. Bedeutet die Behauptung: 'es ist wahr, daß...' nur eine Bekräftigung? Erfährt man Neues über den Gegenstand? Wären nicht, fragen die Kritiker, logische Kohärenzen mit der Korrespondenz zu den Begriffen, wie zu den Tatsachen zu vergleichen? Und endlich ist es wohl verläßlicher, die Bedeutung eines Ausdrucks aus seiner Verwendung, endlich aus der Handlung, zu verstehen, die man denkend mit ihm vollzieht.

Die Kohärenzen im Denken sind also offenbar notwendige, aber noch nicht zureichende Bedingungen. Das wird schon sichtbar. Die Korrespondenz mit der Welt ist zu fordern, in

einer ganz pragmatischen Weise.

4. Daneben setzt sich die Korrespondenz-Theorie der Wahrheit in moderner Weise fort; mit großer Bedeutung für die Wissenschaften. 'Wahr' wird als Übereinstimmung, Angleichung (!), Adäquation, und als Konformität einer Aussage mit dem intendierten Sachverhalt aufgefaßt. Der spätere Russell, Wittgenstein und Menne spielen dabei eine Rolle. Eine 'Isomorphie' zwischen Sätzen und Tatsachen wird erwartet, im Sinne von zwei Systemen von Objekten, die beide zur natürlichen Ordnung gehören.⁸⁷⁾

Wir kommen unserem Gegenstand damit nochmals näher. Der Begriff der Angleichung ist unserem Begriff der Anpassung schon sehr verwandt. Und was die gesuchten Isomorphien betrifft, so wird man sich erinnern, daß vom Standpunkt des Biologen für jede der angeborenen Anschauungsformen eine isomorphe Struktur in der außersubjektiven Wirklichkeit zu fordern und auch zu finden war. Allerdings erinnern wir uns auch der analogen Lösungen; wie etwa der des Fliegens von Libelle und Schwalbe. Also wird nicht im Schwirren oder Segeln, sondern in den Prinzipien der Aerodynamik die Isomorphie zur Welt zu suchen sein. Ähnlich mag es uns mit vielen der sogenannten Lösungen gehen. Wie aber wird zwischen ihnen zu wählen und auf die Prinzipien hinter ihnen zu schließen sein? 88)

5. Nochmals parallel entsteht eine semantische Theorie, namentlich durch Tarsky, mit dem Ziel, eine Wissenschaftssprache zu entwickeln und zu begründen; denn die Umgangssprache steckt voll der möglichen Antinomien. Die Lösung wird in einer Beschreibung der Sprache und der Konstruktion einer Über- oder Metasprache gesehen, auf deren Boden die Semantik zu prüfen ist; und endlich in der Konstruktion einer Meta-Metasprache, welche das Verhältnis von Objekt- und Metasprache begründen soll. Vor allem Stegmüller, Popper und Weingartner trachten dieses System zu stützen. Aber Field und andere haben darauf hingewiesen, es ließe sich hier »das Wort 'wahr' nur für jemanden annehmbar

⁸⁷⁾ Ramsey, erinnert Puntel (1983), hat natürlich Vorgänger, beispielsweise Frege. Seine Studie stammt aus dem Jahr 1927 und ist in der Ausgabe von 1964 am besten zugänglich. Einzelheiten und die weitere Literatur wieder in Puntel (1983). - Zur Korrespondenztheorie vergleiche man Russel (1940), Sellars (1966) und Menne (1974).

⁸⁸⁾ Hier sei nochmals an Engels' berechtigte Kritik an der adaptionistischen Lösung des Wahrheitsproblems erinnert (1989, man vergleiche die Seiten 208ff. und 290, 296, 381, sowie die Anmerkung 23, Seite 440, mit den Hinweisen auf Neurath und Rescher; wir kommen auf diese beiden zurück).

machen, für den diese anderen semantischen Begriffe bereits annehmbar sind«. Gerät man in einen unendlichen Regreß der Meta-Metasprachen oder in einen logischen Zirkel? In unserem Sinn ist das Trachten nach einer widerspruchsfreien Kohärenz der Sprache eine höchst begreifliche Forderung. Aber kein System, auch nicht dieses äußere Binnensystem, läßt sich allein aus sich selbst begründen. Die Klärung vor allem der Wahrheitsbedingungen, wie schon Stegmüller erkannte, geht über die Aufgaben einer Semantik hinaus. Ein Rekurs auf die erwarteten Korrespondenzen mit der 'schmutzigen Wirklichkeit' ist unvermeidlich; so einladend die Säuberung der Objektsprache durch formales Abheben in zwingende Kohärenzen auch sein mag.⁸⁹⁾

6. Eine neue Dimension gewinnen die Wahrheitstheorien endlich aus einer Diskussion zwischen Otto Neurath und Moritz Schlick im Wiener Kreis der dreißiger Jahre. Sie führt jüngst mit Rescher zu einem Theorientypus, der nun in aller Breite eine Kohärenz-Theorie der Wahrheit darstellt. Der Begriff taucht erstmals Ende des 19. Jahrhunderts auf; in der englischen Variante der idealistischen Philosphie, dann im Wiener Kreis im Sinne des logischen Empirismus.

In der idealistischen Variante ist für Bradley Wahrheit aus Konsistenz (Widerspruchsfreiheit) und Umfassendheit ('comprehensiveness') zu entwickeln und bei Blanshard wird dann deutlicher, daß ein Urteilen gemeint ist, das, wie Puntel referiert, »mit allen Tatsachen und Zusammenhängen, d. h. in die Kohärenz der historischen Welt hineinpaßt«. Die Erwartung einer kohärenten, widerspruchsfrei verstehbaren Welt ist nun ausgesprochen. In der logisch-empiristischen Variante geht es zunächst darum, ob die Kohärenz, nach Neurath, »Aussagen mit Aussagen...« zu vergleichen hätte, »nicht mit einer Welt, noch mit sonst etwas«; oder ist nicht doch eine Kohärenz mit dem Außensystem unterlegt? »Ohne sich dessen bewußt zu sein«, vermutet Schlick, »setzen diese Denker die Wissenschaft an die Stelle der Wirklichkeit.« Wie aber könnte die Kohärenz im Außensystem gefolgert werden? »Wir können«, sagt Neurath, »nicht als Aussagender gewissermaßen eine Position außerhalb des Aussagens einnehmen und nun gleichzeitig Ankläger, Angeklagter und Richter sein.«

Wir sind an einer entscheidenden Stelle angelangt. Denn, wie unser Entstehen zeigte, tatsächlich können wir das; denn, um bei Neuraths Metapher zu bleiben; der Richter selbst, als die Bedingungen des Außensystems, haben den Angeklagten gemacht, die Vorbedingungen und Folgen unserer Vernunft mit ihren verschiedenen Schicksalen, ebenso wie den Ankläger, das sind wir nochmals, nun als kritische Empiristen, wenn wir das Scheitern der Prognosen unserer Vernunft an der Erfahrung reflektieren (Abb. 22). Die Welt reicht durch uns hindurch. Wir sind aus ihr gemacht. 90)

7. Den wesentlichen Schritt zu einer Kohärenz-Epistemologie tut dann in der Philosophie Nicholas Rescher. Die rationale Zugänglichkeit der Welt, er sagt: 'Intelligibilität', muß als ein regulatives Prinzip unseres Begriffsapparates verstanden werden. Und er unterscheidet

⁸⁹⁾ Die einschlägigen Schlüsselarbeiten in Tarski (1935), Weingartner (1964), Stegmüller (1968), Popper (1974), eine der kritischen Studien bei Field (1976), Einzelheiten und breite Übersicht wieder in Puntel (1983).

⁹⁰⁾ Man verwende Bradley (1914) und Blanshard (1939). Die zitierten Stellen sind Puntel (1983, Seite 173), Neurath (1931, den Seiten 403 und 397) und Schlick (1934/35, Seite 69) entnommen. Die Einzelheiten wieder in Puntel (1983), der auch auf die Positionen des 'damaligen' Carnap und von Hempel verweist.

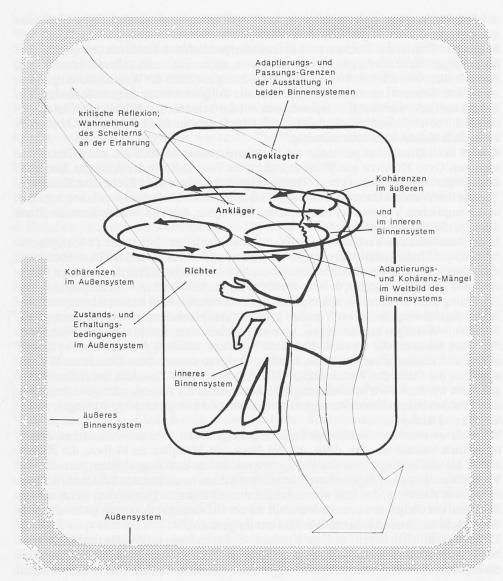


Abb. 22: Evolutionäre Lösung von Neuraths' Metapher (vgl. den Text). Denn tatsächlich können wir gleichzeitig Angeklagter, Ankläger und Richter sein, wo immer wir uns, durch die Mängel unserer anschauenden wie begrifflichen Ausstattung, mit unseren Prognosen an der Erfahrung scheitern sehen; und zwar an den Kohärenz-Bedingungen einer außersubjektiven Wirklichkeit, in deren Strom wir entstanden sein müssen.

auch zwischen einem garantierenden und legitimierenden, einer logischen und einer Tatsachenwahrheit; räumt aber ein, daß die logischen Wahrheiten nicht aus sich selbst zu begründen seien, sondern auf pragmatische Gesichtspunkte zurückgreifen müßten.

Wir haben schon vermutet, daß Kohärenzen im äußeren Binnensystem, also das Sprechen über Naturgesetze, aus der Entwicklung von Korrespondenz durch Selektion an die Kohärenzen im Außensystem, also die außersubjektive Wirklichkeit, verstanden werden müßten; als eine Folge der Erhaltungsbedingungen von Systemen.

Wenn keine Gefahr der persönlichen Elimination droht, schadet es auch kaum, sich, was auch immer, zusammenzureimen oder zu konstruieren. Wenn Elimination aber droht, dann hängt das Überleben davon ab, daß dem Außensystem zureichend entsprochen wird und das an ihm bewährte Binnensystem keine Fehler macht. Will man jenen Mann auf den Mond setzen und ihn wieder heil zurückbringen (man erinnert sich an Abb. 21, Seite 117). Dann ist es sowohl geraten, die Gravitationsgesetze zu kennen und seiner Kenntnis zu vertrauen, als auch der Logik der Mathematik, und sich nicht zu verrechnen.

Aber Rescher antizipiert noch eine weitere Einsicht, welche wir aus der Evolution des Kenntnisgewinns der Kreaturen entwickelt haben. Es gibt keinen Ort absoluter Gewißheit. Sowohl unsere Logik wie auch unsere fundamentalen empirischen Wahrnehmungen sind beladen mit Hypothesen und Geschichte. Der Schwebezustand, den wir vorauszusehen hatten, ist unvermeidbar.

»Wir müssen«, sagt Rescher, »die orthodoxe Auffassung aufgeben, daß ein rationaler Wahrheitsanspruch ... begründet sein muß, so daß im voraus eine (erste) Wahrheit anzunehmen wäre.« Eine Kohärenz-Epistemologie, sagt er an späterer Stelle, sei »grundsätzlich holistisch in dem Sinne, daß die Annehmbarkeit eines jeden Elementes von dessen Fähigkeit abhängt, in ein wohlgeordnetes Ganzes integriert zu werden«. So ist es. 91)

Nichts als das Größer- und Dichterwerden des Netzes von Hypothesen und Theorien, mit welchem wir die Welt überziehen, sowie seine wachsende Widerspruchsfreiheit nach innen und das Zunehmen seiner Entsprechung mit der Erfahrung nach außen kann uns dem näherbringen, was in unserer Redeweise 'die Wahrheit' heißt. ⁹²⁾

Evolutive Sicht der Theorien der Wahrscheinlichkeit

Die Kulturgeschichte unserer Auffassungen von den Formen der Wahrscheinlichkeit ist fast so lang und differenziert wie jene von den Wahrheiten. Entsprechend müssen wir ein beträchtliches Stück zurück. Und freilich sind beide Entwicklungen nicht nur parallel verlaufen, sie begannen sich im letzten Jahrhundert auch wechselseitig zu beeinflussen. Merkwürdigerweise aber doch so wenig, daß die Trennung der beiden Themen nicht nur didaktisch gerechtfertigt ist.

Für den Naiven scheint die Welt ganz geordnet zu sein. Plan und Absicht ist in allen Dingen. Einem Kind, dem eine Art Münzwurfexperiment vorgeführt wird, das mittels eines Tricks alle geworfenen Münzen mit derselben Seite nach oben zeigt, löst dies kein Erstaunen aus. Kommentar: 'Sie haben sich alle auf dieselbe Seite gelegt.' »Die Bildung

⁹¹⁾ Von Rescher konsultiere man vor allem das groß angelegte Werk von 1973. Die beiden Zitate sind den Seiten 58 und 317 entnommen. Man vergleiche auch Rescher 1987. Ferner sei auch hier auf Puntel (1983) verwiesen und auf seine kohärential-systematische Theorie der Wahrheit, die dort als ein Entwurf an der Kohärenztheorie fortsetzt.

⁹²⁾ Zum Dichterwerden, zur Hierarchie unserer Theoriensysteme und deren Symmetrien vergleiche man HEMPEL und OPPENHEIM (1948) und RIEDL (1985).

des Wahrscheinlichkeitsbegriffs setzt nämlich eine systematische Differenzierung von verschiedenen Modalitäten voraus«, sagt Jean Piaget, »wie die Möglichkeit, die Notwendigkeit, das mehr oder weniger Wahrscheinliche usw.« Erst mit dem 7. oder 8. Jahr zeigen gewisse Intuitionen über Wahrscheinlichkeit das Entstehen des Zufallsbegriffs. (Im Zusammenhang mit der Schule?)

Ganz entsprechend ist der Zufall auch kein Bestandteil im Weltbild der Naturvölker. Unfall und Unglück werden durch das Wirken unsichtbarer, auch unheimlicher Kräfte und Absichten gedeutet und nicht als Interferenzen voneinander unabhängiger Kausalketten. Die Leistung hinge von der Einsicht in irreversible Prozesse ab, in langen, voneinander unabhängig werdenden Kausalketten zu denken. Jenes Denken schließt dies nicht ein. Aber auch unsere Bauern sagen: 'es will' heuer nicht regnen. Und wir selbst denken nicht mehr an jene Ursprünge, wenn wir uns fragen: was wohl 'schuld' sein kann, daß der Motor nicht startet.

Das wissenschaftliche Eindringen in den Gegenstand beginnt, wenn auch undeutlich, doch wieder mit den Vor-Sokratikern, etwa bei Heraklit und mit der Wahrnehmung der Irreversibilität; mit jenem Satz: 'Du steigst nie zweimal in denselben Fluß'. Bei Aristoteles wird der Zufall zwar schon objektive Realität, bleibt aber noch immer außerhalb der Physik; gewissermaßen eine Wirkung, die der ordnenden causa finalis oder formalis entbehrt; eine Gewaltsamkeit der Materie und der Kräfte, eine widernatürliche Erscheinung. Es bleibt bei der Vorstellung einer im Grunde geordneten Natur.

Auffallend ist es auch fernerhin, wie spät die Probabilistik Eingang in die Physik, selbst der Moderne, gefunden hat. Freilich, so referiert Piaget, kannten Galilei, Descartes und Leibniz den Zufall besser als Aristoteles. Aber auch noch Newton betrachtete den Zufall nicht als die Konsequenz interferierender Kausalketten, sondern »als eine Verwicklung von vereinfachten idealen Bedingungen (was auf der Größenordnung der klassischen Mechanik richtig ist), die er allein der wissenschaftlichen Reflexion würdig erachtete.« Die klassische Mechanik hat sich nicht selbst in eine statistische gewandelt. ⁹⁴⁾

Vielmehr entwickelten Mathematiker schon um die Zeit der Renaissance Berechnungen, die keineswegs die Physik, als vielmehr Wetten in Zufallsspielen im Auge hatten. Das sind also jene, wenn auch noch bescheidenen Erfindungen des Menschen, die etwas produzieren, das in der Wirklichkeit bislang nicht existierte. Wie man sich erinnert: den repetitiven Zufall. Und auf diese Weise wird nun leicht enthüllt, was die außersubjektive Wirklichkeit bislang verbarg, und worauf die angeborenen Formen der Anschauung den Menschen also auch nicht vorbereiten konnten.

Sehr frühe Bemerkungen dazu kennt man schon von Luca Pacioli (aus dem Jahre 1494), aber erst 1654 führt Pascal diese Studien fort. Angeregt durch Chevalier de Méré im Jahre 1651 und über einen Briefwechsel mit Fermat geht es charakteristischerweise um die Frage, wie der Spieleinsatz gerecht zu verteilen wäre, wenn ein Würfelspiel vorzeitig abgebrochen werden muß. Glaubwürdigkeit und der subjektive Grad der Erwartung wurden erwogen.

⁹³⁾ Die Zitierungen sind PIAGET (1975a, den Seiten 167 und 168) entnommen. Dort findet man auch die weiteren Beispiele und Ableitungen. Zur Welt der Naturvölker sind die Bände von Levy-Bruhl (1959) und Lévi-Strauss (1973) die besten Quellen.

⁹⁴⁾ Eine gute Übersicht der Vor-Sokratiker findet man in CAPELLE (1968), eine solche der aristotelischen Physik in WIELAND (1962). Das Zitat zu Newton stammt aus PIAGET (1975a, von Seite 174).

Für unsere Fragestellung ist es von Interesse, daß man bald meinte, den verläßlicheren Zugang zur Probabilistik über eine Betrachtung zu finden, die wir heute objektive Wahrscheinlichkeit nennen. Allein die Geometrie der Münze und des Würfels oder die Anzahl der Spielkarten ließen offensichtlich bei den anzunehmenden gleichen Chancen die Wahrscheinlichkeit eines jeden Ereignisses voraussehen. Wir nennen dies objektive *a priori-*Wahrscheinlichkeiten. Diese aber stehen uns in der Natur gewöhnlich gar nicht zur Verfügung. Für das Verständnis der Probabilistik des Naturgeschehens ergab sich der Zugang gewissermaßen durch die Hintertüre.

Erst über Leibniz und Huygens tritt die Probabilistik in die Lebenswelt hinaus, und Jean de Witt wendet sie zur Berechnung der Lebensrenten an. Das ist nun eine ganz andere Form der Wahrscheinlichkeit, nämlich *a posteriori*, und Bernoulli formuliert 1713 auch ihre Gesetze. Sie hat mit Erfahrung im nachhinein zu tun und operiert mit der Erwartung, daß die mit einer Zufallsverteilung bislang gemachte Erfahrung in Richtung auf die künftige Verteilung der Chancen extrapoliert werden könne. Und man erkannte, daß die Genauigkeit der Voraussage mit der Dauer der gemachten Erfahrung, wie deren Fortsetzung, steigen müsse.

Und nochmals wird diese Einsicht von dem Wunsch nach einer geordneten Welt begleitet. Denn würde man, erkennt Bernoulli, die Untersuchungen ins Unendliche fortsetzen, so könne man zu vollen Gewißheiten gelangen, also auch bei zufällig erscheinenden Dingen eine in der Welt bestehende Notwendigkeit erwarten. Denn, stellt Bernoulli fest, »daß irgendein Ding an sich und seiner Natur nach ungewiß und unbestimmt beschaffen sei, kann von uns ebenso wenig verstanden werden, als wir verstehen können, daß Gott etwas zugleich erschaffen und nicht erschaffen hat.«95)

Bekannt war zu dieser Zeit auch schon, was wir bedingte Wahrscheinlichkeit nennen. Im einfachsten Fall ist die bedingte *a priori*-Wahrscheinlichkeit, daß auch beim zweiten Würfeln die Sechs fällt, davon abhängig, ob sie beim ersten gefallen ist; also nur mehr 1/36. Jede konjunktive, stochastische Abhängigkeit von Wahrscheinlichkeiten zählt man zu dieser Gruppe.

Ein weiterer Schritt, der uns hier interessiert, ist 1763 von Reverend Thomas Bayes getan worden, gewissermaßen über eine Umkehrung des Bernoullischen Ansatzes: 'Gegeben ist die Anzahl der Male, in der ein unbekanntes Ereignis eingetreten und ausgeblieben ist. Gesucht ist die Chance, daß die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens bei einem einzelnen Versuch zwei angebbaren Graden der Wahrscheinlichkeit liege.' Man denke sich zwei Urnen, die gleich viele, gleich große schwarze und weiße Kugeln enthalten; und zwar in bestimmten, bekannten, aber verschiedenen Verhältnissen. Aus einer der Urnen wird gezogen und Zug für Zug muß der Grad der Wahrscheinlichkeit steigen, um welche der beiden Urnen es sich handelt.

Dieser Zugang ist in unserem Rückblick auf die Geschichte kenntnisgewinnender Prozesse insofern aufschlußreich, weil er die Möglichkeit suggerierte, den bislang nur intuitiv vertretbaren Vorgang des induktiven 'Schließens' logisch zu fassen. Jene Intuition, die alle Naturwissenschaft von einer Deutung der Fälle zur Annahme einer Hypothese führt. Auch der Algorithmus ist der evolutionären Lösung so nahe, daß wir Bayes' Rechenweise in Teil 3 noch begegnen werden. Hier sei weiter der Geschichte gefolgt.

⁹⁵⁾ Auch über hundert Jahre später halten über jenes 'Prinzip der großen Zahlen' Poisson (1837) und LAPLACE (1840) gegen die Einwände von Hume an einem deterministischen Ursachenbegriff fest. Das Zitat und weitere Einzelheiten bei OESER (1988, Seite 91).

Was folgt, ist, wenn nun auch in anderem Kleide, nochmals die Logik-Empirismus-Kontroverse, die schon die Diskussion um den Wahrheitsbegriff anführte.

Vereinfacht pflegt man zu sagen, daß sich nun die Theorie in Bayesianer und Antibayesianer, in Subjektivisten und Objektivisten trennte, da die Subjektivisten meinten, das Modell zur logisch-mathematischen Begründung jenes Induktionsproblems beanspruchen zu dürfen, das ja ganz offensichtlich dem erkenntnisgewinnenden Prozeß in unseren Wissenschaften zur Seite steht, die Objektivisten dies aber ablehnten. Nun erinnert man sich, daß wir vom Lernen der Gene über das nichtbewußte Bilden von Invarianten, Kategorien und Begriffen schon ganz entsprechenden, erfolgreichen Prozessen begegnet sind. Und zudem fanden wir, daß die von uns abgeleitete 'Hypothese vom anscheinend Wahren' aus dem Nichtbewußten und Angeborenen auch noch weiterhin unsere bewußt wenigstens mitverfolgbaren Urteile und Haltungen lenkt.

Demgegenüber wurde aber von den Objektivisten zu Recht eingewendet, daß die Mathematik des Bayesschen Theorems mit objektiven Wahrscheinlichkeiten operiert. Das jeweilige Zahlenverständnis der schwarzen und weißen Kugeln in den Urnen unseres Beispiels muß ja verläßlich und bekannt sein. Derlei verläßliche Voraussicht steht aber beim induktiven Vorgang in den empirischen Wissenschaften nicht zur Verfügung. Alle Ansätze selbst sind schon von Theorie und Subjektivität durchtränkt.

Die Bayesianer nahmen diesen Einwand ernst, meinten aber, daß auch unverläßliche 'objektive' *a priori*-Wahrscheinlichkeiten den Prozeß nicht störten, weil sich die Ergebnisse mit ihrer Entwicklung selbst regulierten.⁹⁶⁾

Ich werde im Teil 3 zeigen, daß man unreflektiert, wir sagten: ratiomorph, von subjektiven a priori- Wahrscheinlichkeiten ausgeht und daß dieses Verfahren zwar nicht logisch, aber kybernetisch begründbar zu überzeugenden Lösungen führt. Nach unserer Erfahrung bestünde die Kritik am Ansatz der Subjektivisten darin, daß er noch nicht zureichend subjektivistisch ist.

Unabhängig von dieser Kontroverse werden von Kolmogorov die Axiome der mathematischen oder logischen Wahrscheinlichkeitstheorie formuliert, so daß diese nun als eine deduktive Wissenschaft verstanden werden kann. Freilich löste dies das Problem der Induktion, der Bayesianer und der subjektiven *a priori*-Wahrscheinlichkeiten nicht, sondern verankert nochmals den Kontrast.

Vor und nach Kolmogorov entstehen verschiedene Überschneidungen in den Positionen der Diskussion. Zwei der kennzeichnendsten pflegt man hervorzuheben. Ramsey und später De Finetti versuchten mittels rationaler Wettquotienten eine apriorische Begründung der personellen (subjektiven) Wahrscheinlichkeit. Von Mises und später Karl Popper dagegen vertrauen der empirischen (objektiven) Interpretation, der Verläßlichkeitsgrade der Frequenzen in natürlichen Zufallsprozessen. Im Prinzip bleibt die Teilung in personelle und statistische Wahrscheinlichkeit erhalten. Welcher wäre also zu folgen? ⁹⁷⁾ In jüngster Zeit mündete die Diskussion nochmals ganz in das Induktionsproblem; in der

⁹⁶⁾ Eine sehr ausführliche, modernere Darstellung von Struktur und Anwendung der Theorie vom Standpunkt eines Bayesianers findet man bei LINDLEY (1965); dazu auch HINTIKKA (1972). Abweichungen der Schätzung von Versuchspersonen gegenüber der Lösung des Theorems hat Anderson (1988, ab Seite 272) zusammengestellt.

⁹⁷⁾ Man vergleiche die Ansätze bei Ramsey (1926), von Mises (1931), Kolmogorov (1933), Popper (1935) und De Finetti (1937) mit einer kompletten Übersicht, die Stegmüller (1973 und 1973a) gegeben hat.

sogenannten Popper-Carnap-Kontroverse. Sie dreht sich um die Begriffe Bewährung (corrobaration) versus Bestätigung (confirmation). Popper schlägt ein antiprobabilistisches, deduktives Kriterium für die a priori-Akzeptierbarkeit von Theorien vor; Carnap dagegen eine bedingte Wahrscheinlichkeit als Bestätigungsgrad zur Rechtfertigung induktiv gewonnener Theorien. Referenten dieser philosophischen Auseinandersetzung sind der Ansicht, daß »Popper seine Idee der (a priori) 'Unwahrscheinlichkeit' empirischer Theorien über die Intuition der größtmöglichen Falsifizierbarkeit hinaus nie formal präzisieren konnte«, wogegen »Carnaps Begriff der Bestätigung mit zahlreichen intuitiven Schwierigkeiten zu kämpfen« hat. Die Positionen scheinen auch in diesem Zusammenhang noch offen. 98)

Die Entwicklung verlief also anders als in den Wahrheitstheorien. Dort hat sich eine allmähliche Verschränkung der Standpunkte zum Ineinanderwirken der Korrespondenzen im Kohärenzphänomen entwickelt, das dem allgemeinen Prinzip der Erhaltungsbedingungen von (lebenden) Systemen vergleichbar wird. In der Wahrscheinlichkeitstheorie dagegen führte das Ringen um den Primat personaler versus statistischer Lösungen, sowie intuitiver oder mathematischer Voraussehbarkeit, lediglich zu einer Vertiefung und Präzisierung der Standpunkte.

Ich werde aber darzulegen haben, daß selbst dies als eine Annäherung an unseren evolutiven, systemtheoretischen Standpunkt verstanden werden kann. Im Teil 3 werden unsere Experimente belegen, daß sich der personelle kybernetisch-subjektive Standpunkt aus den Kohärenzen im inneren Binnensystem, der objektive, statistisch-mathematische dagegen aus den Kohärenzen im äußeren Binnensystem begründet; jeweils in bezug auf die ihnen möglichen Korrespondenzen zur außersubjektiven Wirklichkeit begründet. Und beide Entsprechungen sind der Erhaltung des Systems vonnöten.

Evolutive Sicht eines widerspruchsfreien Weltbilds

In dieser Darstellung der Evolution des Für-Wahr-Nehmens sind wir über den molekular, assoziativ und bewußten Kenntnisgewinn bis zu jenem der 'europäischen' Kultur gelangt. Stets mit der Beobachtung vermehrter Voraussicht als ein die Systemerhaltung förderndes Prinzip; angeleitet über einen Selektionsdruck, der, vom Außensystem ausgehend, die Korrespondenz der Binnensysteme fördert, sowie in denselben Kohärenz.

Wir haben aber auch über diese ganze Strecke wahrgenommen, daß in der Kohärenz der Binnensysteme Constraints, Richtung und Kanalisierungen von Entwicklungsmöglichkeiten auftreten; und zwar aus Bedingungen von Struktur und Komplexität notwendigerweise und der Konsequenz nach schicksalshaft.

Weder unsere Sinne oder die Anlagen unserer Vernunft im inneren Binnensystem noch die lautliche Kommunikation oder der Ursprung unserer Syntax sind zum Erkennen des 'So Seins' der Dinge entstanden, sondern, unter den jeweiligen Vorbedingungen, zum Überle-

⁹⁸⁾ Am Ausgangspunkt der Kontroverse stehen die monumentalen Werke von Popper (1935) und Carnap (1950). Man vergleiche dazu Lakatos (1968) und Hintikka (1968), ferner die verbesserten Auflagen von Popper (1935; zuletzt 1971), ferner Stegmüller (1973, 1973b und 1973c) und die Diskussion in Schilpp (1974). Das Zitat stammt aus U. Majer (1978, Spalte 654).

ben. Die Korrespondenzen mit der außersubjektiven Wirklichkeit konnten nur so weit reichen, als die Selektion dies förderte und die Constraints deren Entwicklung zuließen. Die Adaptierung hat also Grenzen; von 'außen' gesehen sogar Mängel. Und kennt man diese Bedingungen nicht, und sie konnten vor der Evolutionären Erkenntnistheorie auch nicht empirisch nachgewiesen werden, mußten die wahrgenommenen Widersprüche als Dilemmata erscheinen.

Der Blick über die lange Zeitachse der Evolution sollte das aufklären. Und man mag dem Biologen das Weitergehen in die Kulturgeschichte des Für-Wahr-und-Wahrscheinlich-Haltens konzedieren, der Absicht wegen, an der Klärung der Widersprüche in denselben mitzuwirken. Denn tatsächlich lassen sich vor allem jene Dilemmata aufklären, die sich zwischen Ausstattung und Bildung, also zwischen innerem und äußerem Binnensystem aufgetan haben.

Sie sind auf unser Schicksal zurückzuführen, das unserem inneren Für-Wahr-Halten einen iterativ kybernetischen Mechanismus applizierte, dem äußeren einen logisch deduktiven. Der eine erscheint subjektiv, der andere objektiv. Tatsächlich ist der eine phylogenetischer, der andere ontogenetischer Herkunft. Bezogen auf den Wahrheitssuchenden sind sie stammes- und keimes-subjektivistisch; bezogen auf die Korrespondenz mit der Welt, in der sie sich bewähren, sind sie stammes- und keimes-objektivistisch.

Und das Heroische dieser Kulturgeschichte kann man in der Tatsache erblicken, daß jene Widersprüche nicht nur früh wahrgenommen und anerkannt wurden, sondern daß trotz der über Jahrhunderte gehenden Suche nach einer Lösung keiner der alternativen Standpunkte aufgegeben wurde; sei es aus der Bedrängnis der jeweiligen Minorität, sei es aus Erschöpfung. Eines der schönsten Zeugnisse der Wahrheitssuche unserer Spezies; und nochmals Zeugnis des Strebens aller Kreatur nach Adaptierung, Voraussicht und Gewißheit.

Da beide Lösungen von verschiedenen Bedingungen ausgehen, zu ungleichen Ergebnissen kommen können, und auch unterschiedliche Fehler machen, wirft dies nochmals Licht auf die Frage der Korrespondenz mit der Welt. Man erinnert sich dabei des Phänomens der Analogien und wird annehmen müssen, daß die Methoden der Lösungen selbst keine isomorphe Entsprechung mit der außersubjektiven Wirklichkeit erwarten lassen. Ähnlich, wie angesichts der Lösung des Flugproblems durch Libelle und Schwalbe niemand erwartet, daß der Luftraum schwirrt oder segelt, wird die Wirklichkeit weder iterativ kumulierend noch mathematisch logisch sein. Man kann sich ihr nur iterativ oder logisch nähern.

Aber wie Schwirren und Segeln Lösungen im Rahmen der Aerodynamik enthalten, werden die Erfolge vom iterativen Kumulieren bis zum logischen Deduzieren übergeordnete Strukturprinzipien erwarten lassen, welche wir mit den Begriffen von den Gesetzen einer stetigen und redundanten, hierarchischen und kohärenten Welt verbinden.

In einer pragmatischeren Weise begegnet uns das Dilemma der beiden Lösungen in der Entwicklung der Schulen der Lerntheorien. Hier dominiert die Frage, so leiten Gordon Bower und Ernest Hilgard ihr monumentales Werk über die 'Theorien des Lernens' ein, »wie Begriffe und Wissen zustande kommen, und welches die Beziehung zwischen der Erfahrung und der geistigen Organisation ist. Zwei gegensätzliche Positionen sind hier Empirismus und Rationalismus. Es handelt sich um zwei starke Lager, die nach jahrhundertelangem intellektuellem Kampf noch heute in gewissen Positionen der 'wissenschaftlichen' Psychologie zu erkennen sind.«

Die Forschungspraxis der Lernpsychologie hat unter dem Eindruck der englischen Empiristen, von Thomas Hobbes bis John Stuart Mill, eben empiristisch-assoziationistisch begonnen, wobei »die Kontiguität (die wie immer geartete Berührung) der erlebten

Ereignisse als notwendige und hinreichende Bedingung für die Assoziationsbildung galt«. ⁹⁹⁾ Der daran anschließende Behaviorismus blieb an die siebzig Jahre gewissermaßen die Gußform der wissenschaftlichen Psychologie, und es ist erstaunlich, wie wenig die Ethologie mit von Holst, Lorenz, Tinbergen oder Eibl-Eibesfeldt von ihr wahrgenommen wurde. Natürlich war der rationalistische Ansatz schwieriger. Für den Empiristen sind unsere Ideen passive Kopien von Sinnesdaten; für den Rationalisten dagegen unstrukturiert und stellen nur das Rohmaterial für einen Deutungsprozeß dar, der sie als Hinweise auf einen möglichen Sinn synthetisiert. Erst ab den vierziger Jahren beginnt die rationalistische Betrachtung ein Gegengewicht zu bilden; mit einer Renaissance der vergessenen Gestalttheorie, den vergleichenden Sprachwissenschaften und einer neuen Verbindung zwischen Sinnesphysiologie und Ethologie, aus der eine neue Kognitionspsychologie entstand.

Dem so erfolgreichen wie naiven 'tabula rasa'-Standpunkt der Behavioristen mußte ein Prinzip gegenübergestellt werden, das vorgegebene Prinzipien der Verarbeitung, von den

einfachen Sinnesdaten bis zur Antizipation der Sprache, erwarten ließ.

»Richtiges Wissen«, so schließen Bower und Hilgard, unter Bezugnahme auf Kant, »setzt einen gewissen Rahmen von gedanklichen Relationen außer- und oberhalb der rohen Sinnesdaten voraus.« Und, setzen sie fort: »Vielleicht fragen Sie, wie der Geist zu diesen angeborenen Strukturen gekommen ist, welche man nicht umhin kommt, ihm zuzuschreiben. Eine mögliche Antwort ist: Natürliche Selektion – d. h. der Geist ist so, wie er ist, weil er so dem Individuum bei seiner Anpassung an die Welt, wie sie wirklich ist, hilft (weniger glückliche geistige Anlagen wären in dieser Sicht im Zuge der biologischen Evolution eliminiert worden); auf einer grundsätzlicheren Ebene läßt sich auch antworten, daß die Entstehung der angeborenen Organisation des menschlichen Geistes im Detail noch ein völliges Mysterium darstellt.«¹⁰⁰⁾

Die Autoren haben die Evolutionäre Lehre vom Erkenntnisgewinn vorausgeahnt. Das Mysterium sind wir dabei zu durchleuchten. Und wieder sind beide Zugänge, über den ontogenetisch-assoziativen Lernerfolg wie über den phylogenetisch-ratiomorphen, die notwendigen, aber nur gemeinsam die zureichenden Bedingungen für unseren Kenntnis-

gewinn.

In einer ebenso pragmatischen und zudem von Weltanschauungs-Debatten getränkten Weise begegnet uns die Empirismus-Rationalismus-Kontroverse zuletzt im Begabungsproblem; mit der Frage, ob Defizit versus Hochleistung menschlicher Intelligenz dem Milieu von Elternhaus, Schule und weiteren Bildungschancen zuzuschreiben beziehungsweise zu verdanken wäre, oder aber im Gegenteil der erblichen Ausstattung. Die politische Linke, mit dem Ideal der egalitären Gesellschaft, wünschte durch die Milieutheorie, die extreme Rechte, auch als Imperialismus bezeichnet, wünschte durch die Erbtheorie legitimiert zu werden.

Und so vernünftig die Diskussion in unseren Tagen auch schon allmählich geführt wird,

⁹⁹⁾ Die beiden Stellen sind Bower und Hilgard (1983/84 Band I, den Seiten 18 und 20) entnommen; und sie erinnern, daß die ersten Studien, wie jene von Ebbinghaus (1885) und Thorndike (1898), zur Prüfung der schon vorgegebenen assoziationistischen Theorien unternommen wurden.

100) Die Gestaltpsychologie beginnt mit Ehrenfels (1890) und Wertheimer (1923) und tritt mit Mandler und Mandler (1964), sowie Anderson und Bower (1973) wieder dem Behaviorismus gegenüber. Zur Linguistik: Chomsky (1959 und 1972), Lenneberg (1972) und McNeill (1970). Zur kognitiven Psychologie Wimmer und Perner (1979) sowie Anderson (1988). Das Zitat aus Bower und Hilgard (1983/84 Band I, von Seite 26).

zwei Umstände im Hintergrund seien nicht übersehen. Die Milieutheorie rechnet mit dem ontogenetischen Kenntnisgewinn, steht also vor der mächtigen Tradition des erkenntnistheoretischen Empirismus. Die Erbtheorie rechnet mit dem phylogenetisch vorgegebenen Kenntnisgewinn und steht vor der nicht minder mächtigen Tradition des Rationalismus. Und zweitens lauern beide Extrempositionen immer noch als Begabungs-Ideologien in unserem kulturhistorischen Erbe.¹⁰¹⁾

Heute haben elaborierte Intelligenztests, Populationsanalysen und die Erforschung der Leistungen ein- und zweieiger Zwillinge jeweils aus gleichen wie ungleichen Milieus der Entwicklung einwandfrei ergeben, daß sowohl das Erbgut wie auch das Milieu für die Ausbildung einer jeden menschlichen Begabung von Bedeutung ist. Wahrscheinlich überwiegt die Wirkung des Erbgutes. Aber nicht minder bleibt der Zweifel, ob die Differenzierung der Begabungen schon voll verstanden und also entsprechend gefördert werden kann.

Gibt es also doch Privilegierte und Unterprivilegierte? Als Schwarze in den USA in Intelligenztests durchschnittlich schlechter abschnitten als Weiße und man dies vorwiegend auf Rassenmerkmale zurückführte, erhob sich ein Sturm der Entrüstung. Als aber mit dem 'Head-Start-Programm' die Bildungsunterschiede mit großem Aufwand ausgeglichen werden sollten, konnte von einem Ausgleich schließlich keine Rede sein. Zu Recht also stellt Bernhard Hassenstein fest: »Die Ungleichheit der Intelligenz bekommt erst durch das Rangstufendenken den Charakter eines Gebrechens der Menschheit.«¹⁰²⁾

Hat man den Reichtum in der Vielfalt menschlicher Begabungen schon ganz genützt? Haben wir die Unterschiede theoretischer, sprachlicher, sozialer, pädagogischer Begabungen schon zu schätzen gelernt? Kennen wir die Arten und die Schübe der Motivation? Denn von Intelligenz ohne Motivation ist fast so wenig zu erwarten wie von Motivation ohne Intelligenz.

Haben wir außerdem verstanden, daß von den humanistischen Idealen: 'Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit' nur die Brüderlichkeit eine nicht zu relativierende Größe ist? Denn welche Freiheit wäre dies, wenn sie nicht auch die Freiheit einbeschlösse, ungleich sein zu dürfen. Denn die Unverwechselbarkeit ist jedem von uns tiefes menschliches Anliegen.

Freilich ist die Humanität unserer Gesellschaft noch nicht verläßlich genug; und so ist es verständlich, daß wir uns neben der Gleichheit von Geburt, vor Gott und dem Richter auch noch hinter der Fiktion eines mentalen Gleichheitsgrundsatzes zu schützen trachten; wo doch jeder in der Unverwechselbarkeit seiner Kultur, seiner Art zu empfinden und zu denken einen Lebensinhalt wahrnimmt.

Die Mannigfaltigkeit von uns Menschen ist eine Erhaltungsbedingung unserer Spezies, wie die Mannigfaltigkeit der Natur für die der Biosphäre. Wie jede Monokultur durch einen einzigen Schädling zerstört werden kann, könnte ein einziger geistiger Schädling eine Mono-Kultur von uns Menschen zerstören.

¹⁰¹⁾ Typisch für die empiristische Linke gilt der extreme Behaviorismus, mit der absurden Ansicht, aus einem beliebigen Säugling ebenso ein Genie wie einen Verbrecher machen zu können; etwa bei SKINNER (1973); für die Rechte und den Imperialismus vergleiche man die Kritik des Sozialdarwinismus von Koch (1973).

¹⁰²⁾ Zu diesem Thema vergleiche man von Hentig (1973), Zimmer (1975), Eysenck (1980) und die Zusammenstellung in H. Roth (1980), sowie Hassenstein (1988, das Zitat ist der Seite 113 entnommen).

Darin liegt eben noch eine Kohärenz zwischen Kultur und Natur. Natur zieht eben durch uns hindurch; wir sind ein Teil von ihr. In der Mannigfaltigkeit unserer Ausstattung wie in der Mannigfaltigkeit dessen, was wir kulturell aus den Formen unseres Erbes schöpfen.

pårnik kinde skille mille krigisk francer i mår dette skæret i Kleette etten med er gelt minde un plyt gant bleste krigte krigisk forglend ble skært krigisk for åre önleri skylend krigisk skrigit krigisk ble the triking det skriget med forle var er eller minder mårlingen. Tradition des klaticistismus. Tradition flavore beide krigempastionen unner noch als Departurgs blevlogien in unseren krigisk skriget.

Eigenschaften einbarieres intelligenzuests. Popularienden den die Erforschung der Lebtungen eine und zweieriger Zwittinge beweits aus steichen wie auch das Mitten der Entwicklung einer andere ergeben, daß sowehl das Erroger wie auch das Mitten für die Antbildung einer jeden menschlichen Begabung von Bedautung let. Waltescheinlich überwiegt die Waltung des Errogere. Aber nicht mieder bielle der Zweitel. Au die Differenzierung der Begabungen schop voll vorstanden und also entsprechend geführter werden kann.

Gibt es also doch Privilegiete and Umarprivilegiera? Als Schwarz in dea USA in Intelligenzieste dorcheeknistiet schlecher absonnten als Welle med man des vorwegendent Rassenmedensie zwiekindere erisch uithem Summ der hamsning. Als mer mit Bem Rust Stam Programm die Bildungsusserschiede mit probem Aufwand ausgeglichen werden sollten, konnte von einem Ausgebieh schliebten Seue State sin. Zu Recht also stelle Bressoue Rasserstan fest ohle Dogleichen der intelligenz helesenst eist durch das Kangsmismtenkonsten Chambrar eines Eistnechen der intelligenz helesenst eist durch das Kangsmismtenkonsten Chambrar eines Eistnechen der Meuschneit 2000.

Hat man den Rejuhium ist der Vielfalt meuschlicher elegabungen schon ganz genützt? Haben wir die Unterschiede dienweitscher, oprachts aus ausder, probasogischer Begabungen schon von and die Schube der Mottvation? Dem von Intelligenz eine Mottvation ist har zu weng zu erwaten wie von Mottvation ohne die bliden.

Führer wir auterdem verstanden; daß von den bumanistischen Stexios: Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit nur die Brüderlichkeit eine nicht zu reier versole Grüße ist? Denn wetche Freiheit wirer dies, wenn sie hecht auch die Freiheit ehnersalben, ungleich sein zu dürten. Denn die Voverwachenfonten ist traken von uns defek owners lieber Aufbrech

Fuellich ist die Huntenfilt unserer Gesellschaft noch nicht verhölich genog, und so ist es Westlindlich, daß wir und neben der Gleichheit von Gebuct, vor i keit und dem Richter auch siech hinter der Fikties eines montelen Geschbeiten grondungen av schötzen und den dech Jeder für der Unverwechselligekeit seiner Kufter, seiner Ast an einpfinden und zu den einen Einen Eesten abhabt wehreligen.

Eine Mannigfalligkeit von des Mensenen ist eine kataltengsbedingung einerer Spezies. Wie die Mannigfalligkeit der Natur die der Biesphare. Wie jede Mosokultur durch windt einzigen Schudling zumärer werden kann, kannte ein einziger gelatiger Schudling eine Mont-Ruftur von uns kleuschen zerstoren.

¹⁹⁹⁰ Zie diesen, Tesma kurgloide, man von Hestis (1973), Zienen (1975), Evsterk (1980) und die Zielenteren (1986), die Zi

Teil 3

Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Vernunft

Hier schließe ich meine eigenen wie die Untersuchungen in der Hauptsache meiner Mitarbeiter und Schüler an; empirische Untersuchungen an Fischen, und Vögeln, an Affen und hier besonders einschlägig, an Menschen; an Vorschul- und Schulkindern verschiedenen Alters, an Studenten der Biologie und der Mathematik, sowie an Universitätsprofessoren der Mathematik. Auch über eine kleine Studie an psychisch Kranken wird zu berichten sein.

Als Biologen ist es mir überhaupt erst aufgrund jener empirischen und experimentell gewonnenen Erfahrungen als empfohlen erschienen, dieses in die Erkenntnistheorie, also in die Philosophie hineinreichende Thema zu behandeln. Und es sind zwei Gründe, die mich bewogen haben, unsere experimentellen Erfahrungen von den übrigen getrennt darzustellen.

Einmal ist es die Fülle an Evidenz, aus der Ethologie, der Psychologie, Entwicklungsbiologie und Systemtheorie, welche aus der Sicht der Evolutionären Erkenntnistheorie bereits zu einer geschlossenen und widerspruchsfreien Entwicklungstheorie des Für-Wahr-Haltens zusammenfinden. Ein andermal können unsere Experimente nicht mehr als ein Ansatz zum Thema sein. Sie liegen zwar der grundsätzlichsten Frage dieses Themas an, sie decken seine Fläche aber freilich nicht.

Diese Teilung hat auch mit der Einsicht zu tun, daß Ergebnisse empirischer Untersuchungen erst im Rahmen einer dieselben umgreifenden Theorie ihren Wert gewinnen. Erst im Rahmen eines übergeordneten Konzepts, im Sinne eines Systems von Erwartungen und Prognosen wurden sie falsifizierbar oder aber gewinnen durch wechselseitige Bestätigung prognostische Bedeutung.

Dies hatte ich in meinem ganzen, zu vier Bänden angelegten Beitrag zur Evolutionären Erkenntnistheorie zu bedenken. Die empirische Naturwissenschaft, die ich vertrete, verlangt dies.¹⁾

Freilich hat die Bildung aller Theorie Erfahrung zur Grundlage. Mit diesen frühen Erfahrungen ist auch sogleich fortzusetzen. Aber sie waren entsprechend auch erst nur zum Staunen geeignet, ihren Erklärungswert mußten sie gleichwohl erst im Rahmen der Theorie gewinnen.

¹⁾ Einführend in die »stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft« (RIEDL 1979) waren erst wenige Experimente (z. B. Seite 71,78) sinnvoll; ebenso in den »biolog. Grundl. des Erklärens und Verstehens« (RIEDL, 1986; Selbstexper. Seite 102, 130). Mit den Grundsätzlicheren »biolog. Grundl. des Erkennens und Begreifens« (RIEDL 1987) waren schon mehr Experimente empfohlen (Seite 155,162,178f, 198f, 195f) und in den »Biolog. Grundl. des Für-Wahr-Nehmens« füllen Experimente fast einen Buchteil.

Für-Wahr-Nehmen als Säuger oder als Primaner?

Der experimentelle Zugang, den ich wählte, findet konkret nur wenig Vergleichbares in der Literatur. Man kann ihn aber zu den nonverbalen Intelligenztests in den Rahmen der Lerntheorien stellen. Das ist aus der Möglichkeit eines Korrektivs sinnvoll, den mein Ansatz bieten kann. Denn die Lerntheorien, wie man sich erinnert, gelten auch heute noch als gespalten und widerspruchsvoll. Widersprüche, die auch der Grund dafür sind, warum Psychologen diesem ganzen Theorienbau mißtrauen und schlechthin einen Mangel an übergreifender Theorie beklagen.²⁾

Diese Situation, in welcher sich die Psychologie erkenntnistheoretisch befindet, empfiehlt es nun, nicht von einer Theorie des Lernens, als vielmehr von einer 'Theorie der Vernunft' zu sprechen. Das klingt zwar anspruchsvoller, soll aber in der hier gebotenen Bescheidenheit, oder der Kenntnis der eigenen Grenzen, nur auf den anderen Schichtbezug der Fra-

gestellung aufmerksam machen.

Im Rahmen der Evolutionären Erkenntnislehre soll zunächst gar nicht gefragt werden, wie in unserer Kultur gelernt, behalten und vergessen wird. Vielmehr wird untersucht, welche stammesgeschichtlichen Vorgaben für dieses Lernvermögen überhaupt postuliert werden müssen und in welcher Weise kreatürliche Ausstattung und der kulturelle Überbau zusammenwirken. Kurz: Welche Bedingungen es sind, die zum Werden eines vernünftigen Wesens führen.

Was wir nämlich aus den achtziger Jahren als die Spaltung zwischen den empiristischen und rationalistischen Lerntheorien kennenlernten, ist in der Lerntheorie der sechziger Jahre der deutschsprachigen Literatur schon als eine Kontroverse theriomorpher versus anthropomorpher Konzepte bekannt gewesen; als die Frage, ob unser Lernvermögen aus der Anlage in den Säugetieren oder aber speziell nur aus jener des Homo sapiens verstanden werden müßte. Und im Prinzip, wenn auch noch nicht in dieser Terminologie, ist dies die Trennung der Standpunkte aller Lern- und Wahrnehmungstheorien von Haus aus gewesen; ob man mit den russischen Physiologen ab der dreißiger Jahre oder den österreichischen Gestaltsphilosophen der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts beginnen will.³⁾

Ist also die Möglichkeit unseres Kenntnisgewinns aus der Anlage in den Säugetieren zu verstehen? Wie aber erklärten sich daraus unsere unverkennbaren und spezifisch kulturel-

²⁾ Eine lehrreiche Übersicht gibt Foppa 1965 (1975) in seinen Schlußbemerkungen (Seite 376f). Schon er regt ein Schichtenmodell an, denn »die Lerntheorien münden in mehr oder weniger attraktive Sackgassen. Ein neuer Versuch kann - selbst im ungünstigsten Fall - nicht erfolgloser verlaufen« (Seite 379). Man vergleiche dazu Hodos und C. Campbell (1969).

³⁾ Man vergleiche auch die Gliederung bei Mayer (1979). Noch weiter ziehen Bower und Hilgard den Rahmen: »Es ist kein Geheimnis, daß die Psychologie sich aus der Philosophie entwickelt hat. Die wirklich faszinierenden Fragen der Psychologie wurden nicht von modernen Psychologen 'entdeckt', sondern waren seit Jahrhunderten wichtige Probleme der Philosophie« (1983/84, Seite 17).

len Leistungen? Ist sie hingegen eine reine Folge unserer Kultur? Wie wäre sie dann darauf vorbereitet gewesen? Wir sind wieder inmitten unserer Fragestellung und der Leser kann erwarten, daß wir die Lösung in der Empirismus-Rationalismus-Kontroverse suchen werden.

Wann trennen wir Zufall von Gesetzlichkeit?

Man erinnert sich: richtige Prognostik bedeutet Lebenserfolg, von den Erbprogrammen der Amöbe bis zu unseren wissenschaftlichen und politischen Erwartungen. Prognostizierbar aber sind in der außersubjektiven Wirklichkeit nur Zustände und Vorgänge von einiger Redundanz oder Stetigkeit. Wir kennen diese als Notwendigkeiten; als Naturgesetze, ursächliche Zusammenhänge, kulturelle Regeln und Absichten. Sie alle unterscheiden sich ganz, oder doch deutlich graduell, von dem, was wir den Zufall nennen. Sei es, daß sich der physikalische, der mikrophysikalische Zufall in unsere Wahrnehmungswelt mittlerer Größen verlängert, seien es unvorhersehbare Interferenzen langer Kausalketten, oder sei es einfach der kognitive Zufall, der, wie beim Würfeln, die Nichtvorhersehbarkeit des Ereignisses allein aus der Nichtverfolgbarkeit des an sich kausalen Ablaufes verstehen läßt. Zufälle mit Notwendigkeiten zu verwechseln muß zu Mißerfolgen, gefährlichen, ja lebensgefährlichen Folgen führen. Das gilt von den physiologischen Reaktionen über die an-

gefährlichen Folgen führen. Das gilt von den physiologischen Reaktionen über die angeborenen Verhaltensweisen bis zu unserem Verhalten im Straßenverkehr. Die Scheidung zufälliger und notwendiger Zustände und Vorgänge muß darum von lebenserhaltender Bedeutung sein.

Alle weiteren Leistungen hängen an dieser Vorbedingung. Da liegt nun unser experimenteller Ansatz. Wir fragen nach einem fundamentalen Zusammenhang. Lassen sich angeborene und kulturbedingte Leistungen unterscheiden, so muß sich diese Erwartung schon an dieser grundsätzlichen Stelle bestätigen.

Wann ist Zufall oder Notwendigkeit zu trauen?

Ich will mit einigen Beobachtungen beginnen, welche mich auf die seltsamen Verschiedenheiten unserer Erwartungshaltung aufmerksam machten, wie wir sie in der Folge experimentell prüfen werden. Der Leser wird so bequemer folgen.

1. Ich legte dem Elektroniker meines Institutes eine Reihe aus dreißig Nullen und Einsen vor, die unser Zufallsgenerator produziert hatte; mit der Frage, ob es sich hier um eine Zufalls- oder Gesetzesreihe handelte. Die Antwort lautete, dies könne man nicht sagen. Und auf mein Bedenken, daß man Gesetzlichkeit doch an irgendeiner Form von Regelmaß oder Redundanz erkennen müsse, wurde geantwortet, daß die Regel dahinter noch versteckt, also länger als dreißig Stellen sein könne.

Dies war so überraschend wie auch richtig. Tatsächlich gibt es in dieser Welt kodifizierte Gesetzlichkeit von ungleich mehr als dreißig Stellen. Die umfänglichste Gesetzlichkeit, die wir kennen, ist die des Erbmaterials des Menschen. Es besteht aus einer Kette von 5·10⁹ (fünf Milliarden) Paaren von Nukleinsäurebasen. Selbst wenn sie uns auch alle vorlägen,

die Gesetzlichkeit dahinter wäre nicht zu erkennen. Tatsächlich erst aufgrund der molekulargenetischen Theorie und der Beobachtung, daß sich diese Ketten in allen Individuen einer Art nahezu identisch wiederholen.

2. Denken wir uns aber denselben Beobachter wartend an einem Fußgeher-Übergang. Hunderte Fahrzeuge in irgendeiner Mischung von Dutzenden Typen rollen vorbei. Was würden wir von ihm halten, könnte er die Möglichkeit nicht ausschließen, hinter der Reihenfolge der Fahrzeuge doch eine versteckte (gegen ihn gerichtete?) Absicht zu erwarten. Wir sorgten uns dann wohl ob seines Zustandes. – Wie aber gälte dies angesichts einer schier endlos vorbeirollenden Militärkolonne?

Dasselbe nochmals beim Würfelspiel, würde beim Gegner unseres Beobachters fortgesetzt die gewinnende Sechs fallen und er gäbe uns zu, daß dies die Gesetze der Wahrscheinlichkeit durchaus zulassen, so hätte er wieder recht, aber vertraute er weiter dem Spiel, wir zweifelten wohl bald an seiner Vernunft. – Was aber, wenn die Sechs in scheinbar endlosem Spiel etwas zu oft zu fallen scheint?⁴⁾

3. Bedarf es also zur Unterscheidung, zum Für-Wahr-Halten jeweils zufälliger oder aber notwendiger Ereignisse, stets einer den Ereignissen vorausgegebenen Theorie: Hier einer Vererbungs-, Verkehrs- und Spieltheorie? Woher aber könnte zu unserem ersten Beispiel die Kenntnis zu einer Theorienbildung stammen? Bedarf es nicht umgekehrt der vorangehenden Kenntnis, um allein den Wahrscheinlichkeitsgrad der Richtigkeit einer solchen Theorie und der durch sie postulierten Notwendigkeit abschätzen zu können? Drehen wir uns im Kreise?

Wie ich aus den Experimenten zeigen werde: tatsächlich bedarf es einer Theorie. Man denke an unsere Theorie vom Verkehr oder vom Würfeln. Aber auch wenn nichts gewußt werden kann, im Vorgang des Entdeckens, bedarf es wenigstens einer Minimaltheorie; denn um das Prognostizieren ist nicht herumzukommen. Im einfachsten Falle eben mit der Erwartung, es handle sich um Zufall oder aber um Notwendigkeit.

Dies werden wir in einer der Lösungsmöglichkeiten als einen induktiven, kybernetischen Vorgang kennenlernen. Die Prognose über den Gesamtzusammenhang baut dann auf Subprognosen hinsichtlich des Folgeereignisses.

Aber die Prognose über den Gesamtzusammenhang kann auch auf Subprognosen bauen, welche, rückblickend auf den gewonnenen Erfahrungsinhalt, die Theorie der Wahrscheinlichkeit einsezt. Dies werden wir als einen deduktiv logischen Vorgang dem ersteren gegenüberstellen.

Was sich aus unseren Beispielen erst andeutet, tatsächlich werden in den beiden möglichen Zugängen zwei Variable eine Rolle spielen. In der Vorausprognostik die Gedächtnislänge. Es war schon bei der endlosen Militärkolonne und beim endlosen Würfelspiel ein begrenzender Faktor. In der Retrospektivprognostik geht es dagegen um die anzunehmende Länge einer Subsequenz; wir nannten dies die Länge der kodifizierten Gesetzlichkeit. Sie bleibt problematisch, wo immer, wie im Elektroniker- oder in dem Verkehrs-Beispiel, über Sequenzlängen nichts gewußt werden kann.

Das betrifft die Subprognosen. Sie hängen im einen Fall von der jeweiligen Ausstattung

⁴⁾ Die Wahrscheinlichkeit, daß die Sechs 2, 5 oder 10mal in ununterbrochener Reihe fällt ist 1/6² (1/6 x 1/6), 1/6⁵ und 1/6¹⁰ zuletzt also (0,166¹⁰=) 1,65 mal 10⁻⁸, eine Zahl nach sieben Nullen hinter dem Komma, ein Zehnmillionstel. Das bedeutet, daß in zehn Millionen Würfelspielen es durchaus vorkommen kann, daß die Sechs in den ersten zehn Würfen auch zehnmal hintereinander fällt.

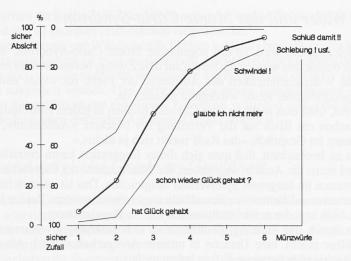


Abb. 23: Die Entdeckung von Absicht, Gesetz oder Notwendigkeit, am Beispiel des Urteils von Studenten, angesichts eines Münz-Experimentes (mit gefälschter, seitengleicher Münze). Wird anfangs, bona fide, mit dem Zufall gerechnet, sind nach 5 bis 6 Würfen bereits 90% der Vpn vom Schwindel überzeugt. Die häufigsten Angaben pro Ereignis sind angeschrieben (ergänzt nach RIEDL 1979).

der Kreatur ab, im anderen von den vermeintlichen Kenntnissen des jeweils urteilenden Menschen. Die Gesamtprognose aber, ob es sich um Zufälle oder aber um Notwendigkeiten handeln werde, wird sich davon als unabhängig erweisen. Auch wenn aus den Subprognosen beliebige, in den beiden Ansätzen sogar widersprüchliche Irrtümer erwachsen können. Die Gesamtprognose kann falsch sein und wird im Regelfall stets aus der wachsenden Erfahrung belehrt und richtiggestellt.

Schon einfache Experimente mit der Population meines Anfängerkollegs haben diese Einsicht erbracht. Ich stellte den jeweils 100 bis 300 Studenten ein Münzwurf-Experiment in Aussicht, verwendete aber eine Münze, die auf beiden Seiten die 'Zahl' trug. Der Hörsaal setzte auf die Gegenseite. Verlangt wurde, nach jedem Münzwurf ein Urteil über den Vorgang niederzuschreiben. Tatsächlich begann die Population ganz überwiegend (bona fide) mit Zufallserwartungen (man vergleiche die Abbildung 23). Aber nach dem dritten Fallen der Eins war man verunsichert und nach dem sechsten waren über 90% vom Herrschen von Absicht überzeugt.⁵⁾

Einige allerdings hielten unbeirrt an der Zufallshypothese fest; eine weitere Herausforderung, diese Haltungsunterschiede systematisch zu untersuchen. Auch darauf kommen wir ausführlich zurück.

⁵⁾ Man vergleiche dazu die erste Publikation dieser Erfahrung in RIEDL (1979, Seite 55f und Abbildung 11). In den vergangenen Jahren wurden diese Experimente wiederholt auch um den Studentenjahrgängen Einblick in die Weise zu geben, wie man Gesetz oder Absicht erkennen kann. Man vergleiche DERKS und PACLISANU (1967), REVERZ (1978) und den amüsanten Beginn in STOPPARDS Theaterstück (1967).

Für und Wider und das Monte Carlo-Syndrom

Wie man sich erinnern wird, ist das sogenannte Monte Carlo-Syndrom, 'the gambler's fallacy', früh beobachtet worden. Es beruht auf dem Zwang, beispielsweise im Roulette, zu erwarten, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Farbe rot werde zunehmen, falls schwarz in geschlossener Reihe wiederholt gefallen ist.

Wie man weiß, trifft dies nicht zu. Die Chancen bleiben in jedem Einzelfall etwa gleich. Das ergibt schon ein Blick auf die Verteilung der Nischen. »Außerdem«, so bemerkte Konrad Lorenz im Gespräch; »das Radl' merkt sich ja nichts.«

Dennoch ist zu beobachten, daß man sich dieser Suggestion kaum entziehen kann. Als Ursache wird meist die Ansicht angegeben, die Häufigkeiten der Farben müßten sich bei gleichen Chancen im längerem Spielverlauf ausgleichen. Das ist zwar richtig, kann aber begreiflicherweise auf keinen der Einzelfälle angewendet werden. Beides ist leicht mitvollziehbar. Man sagt dann: wir dächten eben eher in Populationen.

Ich vermute darum, daß diese Suggestion, da sie sich unabhängig von unserer rationalen Einsicht fühlbar macht, eine Ursache in unserer Anlage haben wird. Als eine erbliche Anleitung, wie sie üblicherweise Erfolg haben müßte.

Zunächst mag man sich erinnern, daß der repetitive Zufall des 'Glückspiels' unsere Erfindung ist. Die Außenwelt umgibt uns zwar mit einer Fülle von Zufälligkeiten, der repetitive, sich also notwendig oder gesetzmäßig wiederholende Zufall aber kommt in ihr nicht vor. Schon daß wir solche Zufalls-Spiele Glück-Spiel nennen, macht ihren orakelhaften, transrationalen Charakter deutlich; unsere Neigung, größere Entscheidungen einer unsichtbaren Hand zu überlassen, uns an den mittleren zu erregen und mit den kleineren, durch die gebotenen Überraschungen, zu unterhalten.

In der außersubjektiven Wirklichkeit ist hingegen alles Zufällige nie gesetzmäßig repetitiv und alles, was irgendeinen notwendigen Zusammenhang enthält, in Auftreten und Form geklustert. Man kann sich sowohl auf Häufungen wie auf die nicht beliebige Kombinierbarkeit der Merkmale der Gegenstände und Ereignisse verlassen. Und da der Lebenserfolg zuallererst davon abhängt, Zufälliges und Notwendiges zu unterscheiden, um danach richtig zu prognostizieren, muß ein Programm, daß auf diesen Merkmalen baut, Erfolg haben.⁶⁾

Es ist also kein Wunder, daß wir, ähnlich den sogenannten optischen Täuschungen, die unsere Anlage auf Zeichentricks hereinfallen lassen, uns auch durch widernatürliche Wahrscheinlichkeiten täuschen lassen.

Ein ebenso bekanntes Beispiel mag das illustrieren. Fragt man, ob bei sieben Münzwürfen der Kopf(K)-Adler(A)-Reihe die Reihenfolge KAKKAKA oder aber die Reihe KKKKK KK die größere Auftretenswahrscheinlichkeit hätte, wird meist ohne Zögern die erste gewählt. Dasselbe gilt für die Augenreihen 24413 gegenüber 66666. Erstere, sagten schon Lindsay und Norman treffend, wirkt eben so recht 'zusammengewürfelt'.

Richtig ist, daß eine beliebige Reihenfolge die größte Wahrscheinlichkeit besitzt. Das ist trivial. Übersehen wird angesichts des 'Zusammengewürfelten', daß die Vorhersage wie auch die Wiederholung der scheinbar beliebigen Münzwurfserien KAKKAKA oder das

⁶⁾ Ich habe diese unsere Anlage zunächst als eine 'Hypothese vom Vergleichbaren' beschrieben (RIEDL 1979) und diesen »biologischen Grundlagen des Erkennens und Begreifens« (RIEDL 1987a) eine ausführliche Darstellung gegeben.

Zusammenwürfeln der Reihe 24413 denselben geringen Grad an Zufallswahrscheinlichkeit besitzen wie deren so geordnet erscheinende Gegenstücke.⁷⁾

Daß unsere Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten subjektiv beeinflußt sein muß und wir uns fortgesetzt verschätzen, ist zwar wieder trivial. Nicht trivial ist hingegen der Umstand, daß uns auch dort, wo alle mögliche Information zugänglich und objektiv einsehbar ist, irrige Urteile suggeriert werden. Und sollte dies aus einem Mangel unserer Ausstattung gegenüber der Künstlichkeit des repetitiven Zufalls zu verstehen sein, sind wir dann den natürlichen Bedingungen der realen Außenwelt besser adaptiert?

Ordnung und mögliche Grade an Gewißheit

Im Umgang mit den Gestaltsgesetzlichkeiten in der realen Welt sind wir nun tatsächlich in einem Maße adaptiert, wie man dies nicht für möglich halten möchte. So sehr, daß der Aufklärung der uns gegebenen nicht bewußten Programme mit Unglauben, selbst affektbetonter Zurückweisung begegnet wird.

Tatsächlich aber haben die Systematiker und Anatomen dreier Jahrhunderte das Organismenreich in rund zwei Millionen Arten und zu einer halben Million hierarchisch geschachtelter Systemkategorien so richtig geordnet, daß daraus die Abstammungslehre und die Evolutionstheorie unbezweifelbar folgen konnte. Die Methode aber blieb unbekannt. Erste Einblicke in dieselbe, wie von Remane (1952) und noch deutlicher von Goethe (1795), wurden nicht verstanden und übergangen. Allein schon unser vom europäischen Sprachtypus gelenktes lineares Ursachendenken und die unserer Grammatik zugrundeliegende (nichttransitive) Identitätslogik ist, aus Constraints, die wir schon besprachen, dem Mitvollzug der Aufklärung unserer Anlage kontraindiziert.⁸⁾

Die sogenannte morphologische Methode, welche über die Analyse und Gewichtung von rund 20 Millionen Homologien oder 'Wesensmerkmalen' diese Leistung erbrachte, erweist sich nämlich als eine naturwissenschaftlich hermeneutische. Als ein Vorgang iterativen und kybernetisch rekursiven Kenntnisgewinns, man sagte auch: der 'wechselseitigen Erhellung'. Er verlangt die Wahrnehmung des hierarchischen Baues aller komplexen Gegenstände, typologische Begriffsbildung und kognitiv vier Ursachenformen. 91

Das war im Gesamtzusammenhang unbekannt. Diese Leistung aber ist durch unsere erbliche Ausstattung möglich geworden.

⁷⁾ In größeren Rahmen bei Anderson (1988), sowie Lindsay und Norman (1981) zusammengestellt. Dort auch Belege für die Abhängigkeit des Wahrscheinlichkeits-Urteils von Information, Verfügbarkeit, Berechenbarkeit und Risikoeinschätzung. Lauter transrationale Komponenten, welche diese subjektivistische Konponente weiter belegen. Einzelnes in Anderson u. Bower (1973), Derks (1963), Kahneman u. Tversky (1973), Robinson (1964), Tversky u. Kahneman (1973); Lopes (1982) und Teigen (1983).

⁸⁾ Zum Ursachendenken Riedl (1978-1979 und 1979 ab Seite 153), zur Position unserer Logik und den Constraints unseres Sprach-Denkens Riedl (1987a ab Seite 102); dort die weitere Literatur.

⁹⁾ Man vergleiche die Einführung zu diesem Thema in Riedl (1979), zur Methodenlehre der Biologie Riedl (1980, 1980a, und 1989; mit merkwürdigen Anmerkungen 1983), die Aufbereitung der hermeneutischen Methode in Riedl (1985); wünscht man eine affektbetonte Zurückweisung, die der Band erfahren hat, nachzulesen, so findet man eine solche Rezension z. B. in 'Die Naturwissenschaften' Heft 9 von 1985.

Die komplexe Struktur dieser Leistung ist im vorliegenden Kontext nur am Rande interessant. Sie stützt jedenfalls die Ansicht einer hohen Adaptierung für das Verständnis der komplexen realen Welt; und verweist unsere Irrtümer vor den simplen Phänomenen des repetiven Zufalls in die Adaptierungsmängel vor zivilisatorischen Artefakten. Die Dynamik dieser erstaunlichen Leistung verdient fernerhin unsere Aufmerksamkeit. 10)

Diese Dynamik des Strukturvergleiches habe ich im ersten Kapitel der »Ordnung des Lebendigen« (Riedl. 1975) dargestellt. Es behandelt die Erkenntnismöglichkeiten der Morphologie und die erreichbaren Gewißheitsgrade. Aus der Beobachtung meiner und anderer Morphologen Vorgangsweise ließ sich ein optimierender Vorgang mit wachsenden Gewißheitsgraden abstrahieren, welche in erster Linie von der Anzahl der im Vergleich von Organismen möglichen und bestätigten Prognosen abhängen. Denn bei Unkenntnis des Vorliegens baugesetzlicher oder aber fehlender oder zufälliger Ähnlichkeiten muß, vergleichbar dem geschilderten Münzexperiment (Seite 139), das Anwachsen bestätigter versus enttäuschter Prognosen in den Wahrnehmungs-Ereignissen die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens von Determination oder Gesetzlichkeit zunehmen lassen.

»So werden nun«, stellte ich (RIEDL 1975, Seite 28) fest, »zweierlei Wahrscheinlichkeiten (P) zu beachten sein: die Wahrscheinlichkeit eines Zufalls- oder Indeterminations-Ereignisses ($P_{\rm I}$) und die eines Determinationsereignisses ($P_{\rm D}$). Wir können diesen Verhältniswert als Gesetzes-Wahrscheinlichkeit, beispielsweise in Graden Determinations-Erwartung ausdrücken, also nach dem Wahrscheinlichkeitsgrad, mit dem wir das Walten von Gesetzmäßigkeiten ($P_{\rm G}$) anzunehmen verhalten sind. Soll dabei die an volle Sicherheit grenzende Wahrscheinlichkeit $P_{\rm G}=1$ und die größte Unwahrscheinlichkeit, daß mit Gesetzmäßigkeit zu rechnen ist, $P_{\rm G}=0$ sein, dann verwenden wir den Quotienten:

$$P_G = P_D / (P_D + P_I).$$

Dieser Verhältniswert wird auch den Grad der gemachten Erfahrung wiedergeben; denn am Beginn der Erforschung jedes Naturereignisses, werden wir hinsichtlich seiner Hintergründe im Unklaren sein«.

Was ich damals nicht wußte und auch meine Rezensenten nicht bemerkten, ist die Verwandtschaft meiner Formulierung des Kenntnisgewinns mit dem, was wir heute als 'statistische Entscheidungstheorie' kennen, als die 'Modalität der induktiven Schlußweise', letztlich als das Bayessche Theorem.¹¹⁾

Erst mit der Aufbereitung der Evolutionären Erkenntnislehre in den 80er Jahren wurde mir der Zusammenhang klar. Dabei stellte es sich heraus, daß ich nicht das Rad nochmals erfunden hatte, sondern mit Kenntnis des Bayes'schen Theorems meine Lösung wahr-

¹⁰⁾ Zur Übereinstimmung von Natur- und Denkordnung vergleiche man Riedl. (1983a und 1983b), zu den Adaptierungsmängeln Lorenz (1983) und Riedl. (1988b, eine kurze Darstellung 1989a). Man erinnert sich der Erweiterung der adaptionistischen mit konstruk-tivistischen Argumenten, welche die Evolutionäre Erkenntnistheorie erfahren hat.

¹¹⁾ Auch in der Zusammenfassung meiner Theorie, welche die 'Quarterly Review of Biology' von mir wünschte (Riedl. 1977), war das noch nicht klar. Wir sind dem englischen Pastor Thomas Bayes (1702-1761) schon begegnet. Sein entscheidender Beitrag erschien posthum 1763 und wird, wie erwähnt, als Umkehrung des Theorems von Jakob Bernoulli (1654-1705) aufgefaßt (vgl. Oeser 1988).

scheinlich nicht gefunden hätte. Denn ich ging nicht von der Logik der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie aus, sondern von einer Kybernetik angeborener Lernprozesse. Mein Zugang ist »Wie wir nun sehen: mathematisch ein Spezialfall des Bayesschen Theorems, lerntheoretisch dessen Voraussetzung«.¹²⁾

Im Folgekapitel komme ich darauf zurück. Was hier interessiert, ist zunächst der Zusammenhang der Lerntheorien mit den angeborenen Vorbedingungen unserer Vernunft, den durchaus subjektiven Erwartungshaltungen des Forschers und den Möglichkeiten der Korrektur durch die Erfahrung.

Ich konnte nämlich aufgrund meines Ansatzes zeigen, daß trotz der Gleichwertigkeit, sogar Beliebigkeit aller Hypothesen im Ansatz, ein Optimierungsprozeß anschließt; und daß dieser zu Graden der Wahrscheinlichkeit einer Erkenntnis leitet, der nahezu an das heranreicht, was in unserer Redeweise eine Gewißheit genannt wird. Denn genau genommen sind alle erkannten Naturgesetze nur solche von hoher und höchster statistischer Wahrscheinlichkeit. Und es kam mir darauf an zu zeigen (Riedl. 1975, Seite 70f.), daß auch biologische Gesetze, wie das beispielsweise die taxonomische Einreihung des Menschen in die Primaten formuliert, Gewißheitsgrade erreicht werden, welche jenem etwa des Gravitations-Gesetzes gleichkommen.

Zwei Haltungen, zwei Modelle

Mit der Entwicklung der Evolutionären Erkenntnislehre wurde der Zusammenhang zwischen biologischer Anlage und kulturellem Überbau immer besser faßbar. Zunehmend war damit zu rechnen, daß, wie im Teil 2 schon dargelegt, die Kohärenzen und die sie umgebenden Constraints im inneren wie im äußeren Binnensystem, also nach Anlage mit Kultur, verschieden sein konnten.

Wir haben nun ähnlich dem Münzwurf-Modell mit Populationen von Versuchspersonen zu experimentieren begonnen. Entlang einer Reihe von Ereignissen sollte Schritt für Schritt angegeben werden, in welchem Maße man dazu neigte, die Reihe für zufällig oder aber für gesetzmäßig zu halten.

Die Versuchspersonen (Vpn) sind dabei mittels einer Graphik und dem erläuternden Text (beides in Abb. 24) über das alternative Entstehen der Zeichensequenzen instruiert worden. Im Versuch wurde dann das erste Zeichen dargeboten und in Abständen von zehn Sekunden jeweils das nächste hinzugefügt. Die Aufgabe bestand darin, innerhalb dieser Intervalle das Zeichen zur Kontrolle in die Vorlage zu setzen (wie in Abb. 25), und in der Ma-

¹²⁾ Zitiert aus dem Vorwort zur zweiten Auflage 1990, Seite 12, meines Bandes von 1975. Mein Ansatz vermeidet, wie wir sehen werden, die Annahme objektiver Wahrscheinlichkeiten *a priori* und damit den Vorwurf, auf die Praxis des Forschungsbetriebes nicht zu passen, welchen die Bayesianer hinzunehmen haben.

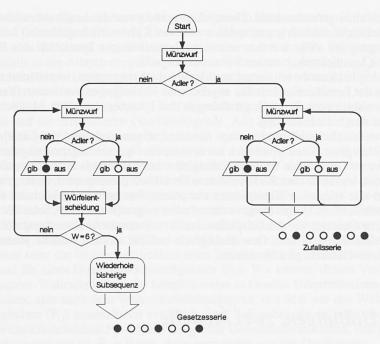


Abb. 24: Schema des Entstehens unserer Zufalls- versus Gesetzes-Sequenzen. Der erste Münzwurf entscheidet für eine der Alternativen. Fällt 'Adler', bilden Münzwürfe die Zufallsreihe. Fiel 'Adler' nicht, dann wird zu jedem Münzwurf auch gewürfelt. So entsteht wieder eine Zufallsreihe, bis die 'Sechs' fällt; und diese Reihe wird von nun an periodisch wiederholt.

trix darüber jeweils jenes Maß an Neigung einzutragen, wie man meinte, mit einer Zufalls- oder aber Gesetzes-Serie rechnen zu können. 13)

Von den Anfängern des Biologiestudiums, mit welchen wir in Hundertschaften mit den Experimenten begannen, verstanden mehr als 80% die Aufgabe. Einige allerdings blieben bei 'Win-stay-' oder 'Win-shift'-Strategien, worauf ich zurückkomme. Einige begannen bei Matrix 0 oder 1 (setzten also – aus den merkwürdigsten Gründen – voraus, daß es sich um eine Zufalls- oder aber Gesetzesreihe handeln werde) und blieben dabei. Aber einige Vpn aus derselben Population änderten durch die Entwicklung der Serie ihre Haltung und kamen, trotz einem diametral falschen Ansatz, zur richtigen Lösung.

Das war interessant, denn es zeigte sich, wie bei dem Beispiel des Münz-Experimentes (Abb. 23, Seite 139), daß selbst bei ganz falschen Ausgangs-Annahmen die Zunahme an Erfahrung das Urteil korrigieren und zur richtigen Einschätzung der Lösung führen kann. Diese Beobachtung, die sich auch in den weiteren Experimenten bestätigte, ist wichtig, denn sie erfüllte eine Bedingung, wie sie im Umgang mit unbekannten Zuständen und

¹³⁾ Fragen konnten vor Versuchsbeginn gestellt werden. Man hatte zu betonen, daß es keine Intelligenzprüfung sei, man anonym bleibe, die Sequenz eines jeden Versuches entweder ganz bei Zufall oder aber bei Gesetzlichkeit bleibe, daß über die Länge der Ausgabe nichts ausgesagt werden könne und daß in der Matrix nichts nachgetragen werden dürfe. Einzelheiten in RIEDL, HUBER und ACKERMANN (1992) und WAGNER, KRATKY und ACKERMANN (1991).

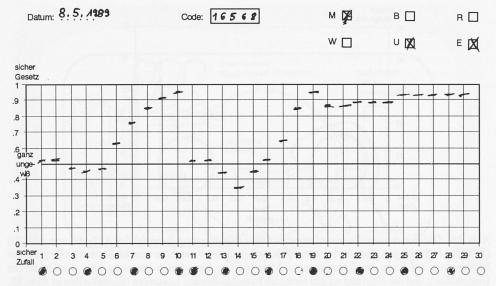


Abb. 25: Beispiel einer ausgefüllten Matrix-Vorlage, wie sie bei unseren Experimenten verwendet wurde. Beispiel einer Sequenz, die als Zufallsreihe, als dreier Subsequenzen mit Abweichung in Ereignis 11, oder als Gesetzesreihe mit einer Subsequenz von über 21 Ereignissen aufgefaßt werden kann. Diesem Studenten (M) war das Experiment noch unbekannt (U) und er hielt sich für einen emotionellen (E, nicht rationalen R) Typ (man vgl. den Text).

Vorgängen stets gegeben ist. Im Alltag wie in der Forschung macht man die Erfahrung, irrigerweise mit Zufall oder aber mit Gesetzlichkeit oder Absicht gerechnet zu haben, ohne daß dies die Korrektur und die Optimierung der rechten Lösung behinderte.

Aus den Aufgaben, welche wir den Vpn stellten, wähle ich nun eine aus, welche in der hier gebotenen Kürze am deutlichsten das Phänomen der zwei Haltungen und die Aufgabe einer Erklärung vorführt. Ich wähle dazu jene Reihe, welche ich als Beispiel in Abb. 25 vorstellte. Die Reihe entwickelt sich zunächst wie die Gesetzlichkeit einer Dreier-Subsequenz, bis in Ereignis 11 eine Änderung (eine Abweichung, ein Fehler?) auftaucht. Es könnte sich auch um eine 12er-Subsequenz handeln, falls sich dessen Muster in Ereignis 23 bestätigte; oder aber um eine 15er-Subsequenz, die schon vor Ereignis 1 beginnt, wenn es sich dies in Ereignis 26 bestätigte. Was aber, wenn dies alles nicht eintritt? Demgegenüber kann aber auch der Zufall durchaus zu einer zweifachen Wiederholung des wohl zufälligen ersten Dreiermusters führen, wie es sich in der Ereignisgruppe 10–11 (12–13?) zu bestätigen scheint. Was aber wäre dann in Ereignis 23 zu erwarten? Wäre das Ausbleiben der Wiederholung in 23 oder 26 eine Indikation für das Herrschen von Zufall, entgegen der Wiederkehr eines scheinbaren Dreier-Musters, oder ist das umgekehrt? Man urteile zunächst nur einmal selbst!

Stellt man diese Aufgabe einer größeren Anzahl von Studien-Anfängern der Mathematik, so ergibt sich (wie in Abb. 26) folgendes Bild.

Zunächst beginnen die meisten Vpn, aber eben nicht alle, richtigerweise bei 0,5 ('kann nichts wissen'). Gegen Ereignis 10 wandert die Meinung der Mehrheit (das Gebirge) gegen 1 ('dies wird Gesetzlichkeit sein'). Bei Ereignis 11 bricht bei vielen diese Ansicht zusam-

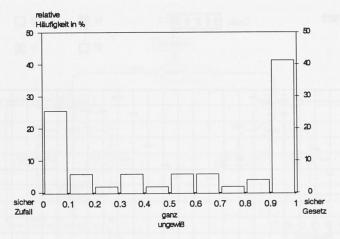


Abb. 26: Die Entstehung diametral verschiedener Lösungen am Beispiel der Aufgabe von Abb. 25 (S. 145). Aufgetragen sind die relativen Häufigkeiten der Ansichten von 86 Studienanfängern der Mathematik am Ende des Experimentes. Man beachte die geringe Streuung über die Grade der Ungewißheit und die Häufung an den einander ausschließenden Lösungen (Einzelheiten in Abb. 52, S. 181).

men (man beachte das 'Kliff'). Verunsicherung der verschiedensten Grade sammeln sich um 0 und um 0,5; und von nun an beginnen sich die Ansichten zu teilen. Immer weniger meinen, kein Urteil haben zu können, fast alle neigen allmählich mehr oder weniger zur Zufalls- oder aber Gesetzes-Annahme; und die meisten sind ab Ereignis 25 oder 28 entweder ganz vom Herrschen des Zufalls oder aber von vorliegender Gesetzlichkeit (oder Absicht) überzeugt.¹⁴⁾

Die Ansichten weichen also zunehmend auseinander. Die Urteile der Mehrheiten werden diametral verschieden (die Verteilung wird sattelförmig). Nicht Unsicherheit wird ausgedrückt, Überzeugungen (hohe Wahrscheinlichkeitsgrade, Gewißheiten) werden angeschrieben; jedoch mit einander wechselseitig ausschließenden Ergebnissen!

Da nun keine der beiden Lösungen als unsinnig oder als Unmöglichkeit abgetan werden kann, muß mit der Verwendung von zweierlei Lösungs-Strategien gerechnet werden. Und in dieser Lage empfiehlt die Position der Evolutionären Erkenntnislehre die Annahme einer ratiomorphen Lösung, die man sich als angeboren, instinktiv und kybernetisch vorstellen kann (Abb. 27), gegenüber einer rationalen, welche kulturbedingt, kalkulierend, wahrscheinlichkeits-mathematisch sein kann.¹⁵⁾

¹⁴⁾ Wie zu erwarten (vgl. Abb. 26) tritt auch um die Ereignisse 23 bis 26 eine Veränderung in der Haltung der Vpn auf. Die Erwartung der Wiederholung zu einem 12er oder 15er Muster läßt die Zufallserwartung deutlich zur Determinationserwartung wandern. Als dies nicht eintritt, teilen sich die Ansichten endgültig. Wir kommen auf diese Phänomen zu-rück.

¹⁵⁾ Dies wird auch durch die Erfahrung gestützt, daß dieselbe Population an Vpn durch Wegnahme des Zeitdruckes, eingehende Aufklärung der Wahrscheinlichkeits-Zusammenhänge im Experiment und Angebot von reflektiver Kommunikation zwischen den Vpn, von der ratiomorphen mehr zur rationalen Lösungs-Strategie übergehen.

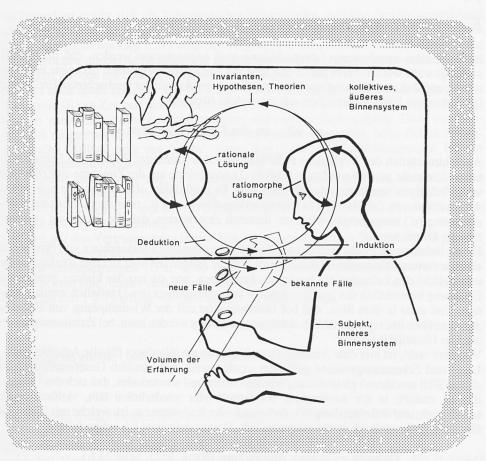


Abb. 27: Position der ratiomorphen und rationalen Lösung in bezug auf das innere und das äußere Binnensystem sowie auf den induktiv-heuristischen und den deduktiv-logischen Typ der bevorzugten Problemlösung. Beides im Zusammenhang mit den iterativen Kreisprozessen des optimierenden Kenntnisgewinns (vgl. Riedl. 1979, Oeser 1987).

Von solchen Beobachtungen ausgehend, wie ich sie vorerst nur mit einem Typ von Experimenten illustrierte, entwickelten wir für jede der beiden Positionen einen Algorithmus, einen Rechen-Zusammenhang von Termen oder Eigenschaften. Sie sollen geeignet sein, die Entwicklung der differierenden Lösungs-Verhalten des Menschen prognostizieren zu können; zunächst mit dem Ziele, dieselben an vergleichbaren Aufgaben empirisch prüfend bestätigen oder aber falsifizieren zu können.

Ein kybernetisch ratiomorpher Algorithmus

Im Falle einer angeborenen Lösungfindung muß angenommen werden, daß im Voraus nichts gewußt werden kann, außer daß man aus den Einzelereignissen (e) etwas erfahren werde, und daß sich die mögliche Voraussicht mit der Anzahl der beobachteten Ereignisse (n) verbessern kann. Beschreiben wir eine solche Serie mit:

Auch hinsichtlich des Vorliegens zufälliger oder determinierter Reihen von Ereignissen kann nicht mehr gewußt werden, als daß das Determinierte mit der Zunahme an Erfahrung vom Zufälligen werde zu unterscheiden sein. Es muß daher offenbleiben, von welchen Alternativen, von Zufalls- oder Indeterminations-Erwartung (i') oder aber Determinations-erwartung (d') ausgegangen wird, um dennoch zu erwarten, daß die Erfahrung zu einer Lösung führen werde.

Dieser Erfahrungsgewinn muß mit der Bestätigung oder aber Enttäuschung von Prognosen oder Erwartungen zusammenhängen, weil richtige Prognosen über richtige Reaktion (wie erinnerlich) den Lebenserfolg bestimmt; Prognosen, wie sie aus der bislang gemachten Erfahrung hinsichtlich des jeweils nächsten Folgeereignisses (n + 1) möglich werden können. Und zwar in dem Sinn, daß bei Determination mit der Wiederholung von Mustern gerechnet werden, ergo allmählich richtig prognostiziert werden kann, bei Zufallsereignissen aber im Einzelfalle nicht.¹⁶⁾

Wie man sieht, ist hier eine Annahme unterlegt, wie sie allerdings für alle Adaptierungs-, Lern- und Erkenntnisprozesse getroffen werden muß, daß nämlich Gesetzmäßigkeit in dieser Welt annähernd gleichförmig erhalten bleibt und wiederkehrt, daß sich das Prinzip, das sie enthält, in der Anwendung wiederholt oder wiederholen läßt, vielfach sogar beliebig oft; und daß eben diese Wiederholung oder Redundanz es ist, welche mit Hilfe von Gedächtnis Gesetzlichkeit erst erkennen läßt. Darum definierte ich schon früher:

Ordnung = Gesetz × Anwendung, (RIEDL 1975, Seite 45 f.).

Dabei ist es gleich, ob es sich nun um genetisches, neuronales oder cerebrales Gedächtnis handelt, um kollektives oder kulturelles; um die ungeschriebenen oder geschriebenen Erfahrungen einer Kultur.

Der Gewißheits-, Vertrauens- oder Confidenz-Grad (C) der Determinations-Erwartung (Cd') zuzuneigen (D) oder aber bei Zufallserwartung (Ci') eine Neigung (I) einzunehmen, muß von dem Verhältnis der erlebten Enttäuschungen abhängen, welche bei den alternativen Prognosen zu erwarten sind. Die Summe der alternativen Enttäuschungen bei der Neigung zur Determination (E) und die Enttäuschungen bei Neigung zum Zufall (E''), muß folglich der Anzahl der bislang möglichen Prognosen entsprechen;

$$E + E'' = n-1$$
 (Formel 1).

¹⁶⁾ Statistisch lassen sich natürlich auch bei Zufall, wie erinnerlich, gesetzliche Häufungen ermitteln und aus großen Zahlen prognostizieren. Man beachte darum, daß es hier um die Prognostizierbarkeit der einzelnen Folge-Ereignisse geht.

So formuliert ergibt sich ein kybernetisches Wägeprinzip, welches iterativ optimierend diese alternativen Neigungen einander gegenverrechnet. Der Confidenzgrad (C) in eine Determinationserwartung (Cd') muß der Neigung zur möglichen Determinationslösung (D) gebrochen durch die Neigung zur möglichen Zufallslösung (I) entsprechen, jeweils potenziert mit den erlebten Enttäuschungen (E und E"; also $D^E/I^{E"}$).

Dies sei noch näher erläutert. Die Möglichkeit einer Neigung muß mit dem beobachteten Repertoire (R) an Zeichen zusammenhängen, letztlich mit dem tatsächlich gegebenen (r), dem im voraus bekannten Zeichenrepertoire, und zwar einfach reziprok. Denn zu offensichtlich neigen wir auch bei der Frage, ob der Partner schwindelt, beim Fallen des gewinnenden 'Adlers' oder der 'Sechs', dazu, dem Zufall 1/2 beziehungsweise 1/6 der Möglichkeiten einzuräumen.¹⁷⁾

Wird unsere Zufallserwartung, es werde doch endlich auch 'Kopf' fallen, ein zweites und drittes Mal enttäuscht, so neigen wir dazu, dem Zufall nur mehr 1/4 und 1/8 der Möglichkeiten einzuräumen; 0,5² und 0,5³. Wir potenzieren die Möglichkeit der Zufallslösung mit der Zahl erlebter Enttäuschungen (I^E').

Nehmen wir den Vertrauensgrad in eine Determinationserwartung (Cd') gleich dem Bruch aus der Neigung zur Determinationslösung durch Zufallslösung, jeweils potenziert mit den erlebten Enttäuschungen ($D^E/I^{E''}$), so folgt eine Skala zwischen Null und Unendlich. Wünscht man eine Skala von 0 (Erwartung völlig widerlegt), 0,5 (kann keiner Alternative zuneigen) und 1 (Erwartung völlig bestätigt), so schreibt man:

$$Cd' = D^E / (D^E + I^{E'})$$
 (Formel 2).

Entsprechend gilt die Umkehrung bei Zufallserwartung:

$$Ci' = I^{E''} / (I^{E''} + D^{E})$$
 (Formel 3).

Nach diesem Ansatz bleiben noch zwei Zusammenhänge zu bedenken. Wir müssen unsere Haltung im Falle der Zufallserwartung näher besehen und auch die Wirkung dessen, was wir einfach einmal Gedächtnis nennen.

Zunächst: Von keinem vermutlich geschickten Schwindler erwarten wir, daß er immer gewinnt. Was z. B., wenn bei ihm im Laufe von 10 Münzwürfen achtmal der gewinnende 'Adler' fällt, zweimal aber 'Kopf'. Kann man über den Vorgang im voraus nichts wissen, wie das stellvertretend auch für alle Fälle des Entdeckens und des schöpferischen Lernens nun einmal vorauszusetzen ist, so muß eingeräumt werden, daß die Hälfte des achtmaligen Fallens von 'Kopf' tatsächlich auch dem Zufall zugeschrieben werden kann. Um sicher zu gehen, müssen wir bei Zufallserwartung die Anzahl der Enttäuschungen (E'') adaptieren, um die Zufallschance, welche im vermuteten Repertoire (R) steckt (im bekannten Fall wie beim Münzwurf r=2, beim Würfeln r=6) zu reduzieren. Im Falle des obigen Beispieles ist die adaptierte Anzahl von Enttäuschungen (E') gleich 8–4 oder 8–(8/2). So gilt allgemein:

$$E' = E' - (E''/R)$$
 (Formel 4).

¹⁷⁾ Freilich gilt dies mathematisch nur bei Gleichheit der Auftretenswahrscheinlichkeit. Subjektiv kann aber über Zeichenhäufigkeiten im voraus nichts gewußt werden. Die vereinfachte Annahme der Gleichverteilung kann erst mit der Erfahrung revidiert werden. Für den Algorithmus ist aber auch dies nicht entscheidend (man vergleiche Riedl, Huber und Ackermann 1991).

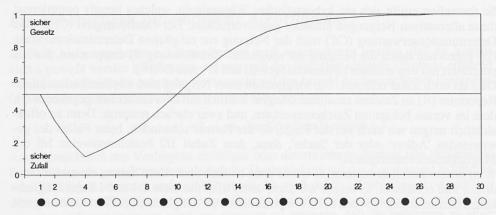


Abb. 28: Lösungsweg des ratiomorphen Algorithmus (rmA) an einer Gesetzessequenz aus 2 Zeichen im Repertoire (r=2), einer Subsequenzlänge von vier (s=4) und langem Gedächtnis (l). Man beachte die zunehmende Neigung zur Zufallslösung, bis s=4 erkannt ist (der rationale Lösungsweg in Abb. 30).

Bei Determinations-Erwartung dagegen neigen wir dazu, jeder Bestätigung, aber auch jeder Enttäuschung zu vertrauen, und benötigen der Adaptierung (von E) nicht. Da aber die Möglichkeit einer Zufalls-Lösung sowohl bei Zufallserwartung (i') als auch bei Determinationserwartung (d') in Betracht gezogen wird (man vergleiche die Formeln 2 und 3), beschreiben wir nun d und i, unter Berücksichtigung des Zufallseffekts, den Vertrauensgrad in Determinations- (Cd) und Zufallserwartung (Ci) mit

$$Cd = D^E / (D^E + I^E)$$
 (Formel 5) und
 $Ci = I^E / (I^E + D^E)$ (Formel 6).

Drei Beispiele der Lösungen des Algorithmus sind zum Vergleich wiedergegeben (vgl. die Abb. 28 und 29). Dabei bedeutet das Zeichen (S) die vermutete oder bislang beobachtete, sich wiederholende Subsequenz, das Zeichen (s) die real vorgegebene.

Ein probabilistisch rationaler Algorithmus.

Sehr verschieden von unserem ratiomorphen Ansatz beginnt der rationale kennzeichnenderweise bereits mit einem Dilemma. Dies hat mit der Konfrontation jener empirischen mit den logischen Wahrheiten zu tun, wie wir diese schon kennenlernten; und es scheint in die Unmöglichkeit induktiver Schlüsse einzumünden. Ein logisch-mathematischer Schluß von noch so vielen Erfahrungen auf eine Folgeerfahrung ist nicht möglich. Davon sind wir (Seite 15) ja schon ausgegangen.

Das wird auch hier anerkannt. Die Lösung, wie Wagner sie zuerst skizziert, mit Mitarbeitern und in weiteren Studien begründet hat, liegt in den Prämissen der Fragestellung. »Es ist plausibel, zu vermuten, daß die Verhaltensdisposition, i.e. die Hypothese vom an-

scheinend Wahren, eine lebensnotwendige Anpassung des kognitiven Apparates ist«

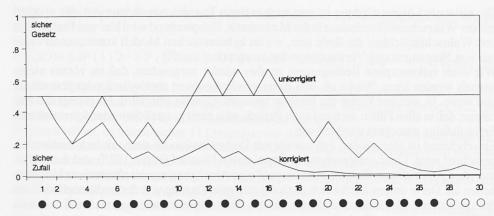


Abb. 29: Lösungswege des rmA an einer Zufallssequenz, bei r=2 und langem Gedächtnis (1). Im korrigierten Lösungsweg wird berechnet, daß bei r=2 im Mittel auch jede zweite Prognose durch den Zufall bestätigt werden kann. Unkorrigiert kann bei r=2 der Zufall oft überhaupt nicht erkannt werden (der rationale Lösungsweg in Abb. 31).

(RIEDL 1979). »Der Ärger beginnt erst«, setzen Wagner und Ackermann (1987, S. 116) fort, »wenn man versucht, den Sinn der Verhaltensdispostion rational zu rekonstruieren und in Beziehung zur traditionellen Erkenntnistheorie zu setzen... Denn dort erfährt man, daß diese Verhaltensdispostion rational völlig unbegründet ist und nur als nicht rationalisierbarer Teil unserer kreatürlichen Ausstattung zu verstehen ist (Quine 1975).«¹⁸⁾

Die Prämissen, die Schwierigkeit zu überwinden, sind von zweierlei Art. Subjektive Wahrscheinlichkeit muß *a priori* eine geometrische Verteilung der möglichen Musterlängen voraussetzen. Darauf komme ich im folgenden Kapitel noch zurück. Zweitens aber geht es darum, nicht die Gewißheitsgrade von sogenannten Naturgesetzen zu bestimmen, wie dies die Ambition der 'induktiven Logik' war. Es kann lediglich darum gehen, die Gewißheitsgrade wahrgenommener Regelmäßigkeiten abzuwägen.

»Induktive Stützung auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitstheorie ist nur für Hypothesen über die Art einer Regelmäßigkeit in einer Ereignisfolge (einer Sequenz) möglich und nicht für die Regel, um eine Regelmäßigkeit zu beschreiben oder zu 'erklären'«, sagen Wagner, Kratky und Ackermann jüngst (1992) in ihrer Zusammenfassung.

Gewiß, Naturgesetze sind Erfindungen, und die Anzahl der möglicherweise zu verändernden, zu verbessernden oder umfassenderen Erklärungen ist, wir stimmen Popper (1974) zu, kann nicht abgeschätzt werden. Sollte eine induktive Logik je faßbar werden, so nur, wie ich meine, innerhalb des gesamten hierarchischen Netzwerkes unserer Theoriensysteme, die, selbst kaum abschätzbar, unser wissenschaftliches Weltbild konstituieren.

¹⁸⁾ »Der Begriff 'traditionelle Erkenntnistheorie' bezeichnet in diesem Kontext alle erkenntnistheoretischen Strömungen außer den empirischen und 'naturalisierten' Erkenntnistheorien; siehe Quine 1975«. Beides zitiert aus Wagner und Ackermann (1987, Seite 116). Die traditionelle Position eines 'kritischen Rationalismus' braucht also nicht verlassen zu werden. Man vergleiche auch Popper (1974) und Lopes (1982), sowie Popper und Miller (1983).

Die rationale Lösungsfindung ist nun auch in ihren Termini von anderer Art. Sie operiert mit der Wahrscheinlichkeitstheorie der Mathematik. Entsprechend wird hier von Probabilität und Wahrscheinlichkeit die Rede sein, wo im kybernetischen Modell konsequenterweise nur von Neigungen und Vertrauensgraden zu sprechen war.¹⁹⁾

Wie unter ratiomorphen Bedingungen ist aber wieder vorgesehen, daß im voraus nichts gewußt werden kann. Weder ob eine Kette von Ereignissen aperiodisch oder periodisch, und wenn, in welcher Weise die Periode zusammengesetzt sein wird. Es genügt die Annahme, daß in allen Fällen auch mit einer Periode, also einer gesetzlichen oder determinierten Ereignisfolge gerechnet werden kann.

Entscheidend ist also wieder, daß sowohl mit Determination als auch mit Indetermination gerechnet wird. Ganz entsprechend meinem ersten Entwurf (Riedl. 1975) und dem ratiomorphen Algorithmus. Es kommt wieder auf eine Abwägung zweier alternativer Möglichkeiten an. Darin unterscheidet sich auch der rationale Zugang von der traditionellen Form der subjektiven oder induktiven Wahrscheinlichkeitstheorien, wie man sie bei Kutschera (1972) zusammengestellt findet.

Vertraut wird dagegen den Gesetzen der bedingten Wahrscheinlichkeit P (AlB); nämlich der Wahrscheinlichkeit P von einem Ereignis A unter der Voraussetzung (I), daß B (die Kette der bisher gemachten Erfahrung) gilt. Wenn nun (D) und (I) für die alternativen Lösungen stehen, daß die Serie der Ereignisse (Q) entweder nur determiniert oder aber nur indeterminiert sein können, so ist die Wahrscheinlichkeit P der Determination einer Ereigniskette (DlQ):

$$P(D|Q) = P(Q|D) / [P(Q|D) + P(Q|I)]$$
 (Formel 7).

Die Übereinstimmung mit der Struktur unserer Formel 4 ist deutlich. Und ebenso gilt wie dort für die Indeterminations-Erwartung die Umkehrung:

$$P(I|Q) = P(Q|I) / [P(Q|I) + P(Q|D)]$$
 (Formel 8).

In beiden Fällen handelt es sich um den Verhältniswert aus den beiden alternativen Wahrscheinlichkeiten, und es bedarf einer Vorschrift zur Berechnung der Terme P(QII) und P(QID).

Die Bestimmung der Zufallswahrscheinlichkeit P (QII) einer Serie von Ereignissen ist einfach. Sie hängt mit dem beobachteten Repertoire (R) an Zeichen zusammen und ergibt sich aus dem Kehrwert des Repertoires (1/R), potenziert mit der Anzahl der Ereignisse(n):

$$P(Q|I) = (1/R)^{n}, oder R^{-n}$$
 (Formel 9).

So ist beim Würfeln r=6, die Auftretens-Wahrscheinlichkeit jeder Augenzahl 1/6, bei zwei Würfeln 1/36 und so fort. Schwieriger ist die Bestimmung der Gesetzeswahrscheinlichkeit

¹⁹⁾ Eine erste Darstellung des Algorithmus wurde von Wagner (1984), sowie von Wagner und Ackermann (1987) gegeben, die mathematische Durchführung von Wagner, Kratky und Ackermann (1991). Auf diese Studien, namentlich der Führung der Beweise, sei besonders verwiesen. Im Folgenden gebe ich nur eine verkürzte Darstellung, die auf Gemeinverständlichkeit abzielt.

P(QID). Das folgende Resultat wurde zuerst von Ackermann (1984) gefunden und folgend angeschrieben:

$$P(Q|D) = S_{i}P(i) 2^{-i} + P(S \ge n) 2^{-n}$$
, i & { Smin, 2 Smin, ... }, i≤n (Formel 10).

In dieser Formulierung (i als Indexvariable) bedeutet (S min) die kürzeste in der Ereigniskette wahrnehmbare Subsequenz (S); und das ist auch der Kernpunkt, um den sich die Bestimmung dreht; und er ist leicht anschaulich zu machen.

Nehmen wir an, es wären bisher 11 Ereignisse mit den Zeichen 10010010010 aufgetreten, dann erkennt man zunächst intuitiv: Smin = 3. Aber es kann nicht ausgeschlossen werden, daß eine solche Ereigniskette auch durch die Fälle S=6 oder S=9 erzeugt sein kann. Dies bleibt also zu berechnen; und (n) in der Formel steht hier speziell für die Möglichkeit, daß die Subsequenz natürlich auch noch länger sein könnte.

Um eine Gewichtung dieser Möglichkeiten zu erreichen, ist eine Wahrscheinlichkeits-Verteilung derselben zu bestimmen und, wie noch zu begründen sein wird, eine geometrische Verteilung vorzusehen. Sie bestimmt, in welchem Grad an Gefälle die jeweils längeren Subsequenz-Annahmen unwahrscheinlicher werden und somit weniger ins Gewicht fallen. Den Mittelwert dieser geometrischen Verteilung (<s>) kann man zunächst beliebig wählen (<S>), denn es zeigt sich, daß er nur auf den Beginn der Lösungsfindung, nicht aber auf die Lösung selbst, den Gewißheitsgrad des Vorliegens von Determination, Einfluß hat (Abb. 30, S.156).

Ein weiteres Beispiel der Lösungen durch den Algorithmus ist (in Abb. 31, S. 157) angefügt. Man vergleiche die Lösungen derselben Aufgaben (Seite 150 u. 151) in ratiomorpher Form.

Zwei geometrische Gradienten

Unsere Untersuchung der breiten Algorithmen führte zur Einführung von jeweils einer Variablen, einer Verteilung von jeweils geometrischen Verlaufseigenschaften: Im Falle des ratiomorphen Algorithmus als eine Entsprechung mit den biologischen Lebensbedingungen, im Falle des rationalen als eine Konsequenz der Wahrscheinlichkeits-Mathematik.

1. Im biologischen Ansatz erweist es sich, daß ein Faktor berücksichtigt werden muß, den wir oberflächlich 'Gedächtnis' nennen. Tatsächlich geht es um einen Komplex von Phänomenen, der sich aus Aufmerksamkeit, Wachheit und Interesse, mehr aber noch aus dem Verblassen, der Verfügbar- und Erhaltbarkeit, sowie der Überdeckung von Wahrnehmungen zusammensetzt. Auch Wahrnehmungsfehler, Täuschung und Irrtum spielen eine Rolle. So waren auch unsere Vpn der Ansicht: Irren sei menschlich ('nobody is perfect').

Nimmt man aus dem Komplex die persönlichen Variablen und die der Situation heraus, so bleibt zum mindesten noch jener Anteil, der sich aus dem Ausblassen und der Überdeckbarkeit, also der Verfüglichkeit und Gewichtung von zurückliegenden Wahrnehmungsinhalten zusammensetzt. In diesem Sinne sprechen wir nun von Gedächtnis und seinen Grenzen.

Aber nochmals ist einzugrenzen. Denn unser Formalismus benötigt einen einheitlichen Gradienten. Und da zeigt es sich, daß über der ganzen Bandbreite vom Abklingen eines

Reizes, vom neuronalen und cerebralen, vom Kurz- bis zum Langzeitgedächtnis, darin eine im Prinzip einheitliche Beziehung herrscht: Abklingen, Ausblassen und Vergessen hat im einfachsten Fall die Form einer geometrischen Verteilung in Abhängigkeit von der nach der Wahrnehmung verstrichenen Zeit.²⁰⁾

Es ist entsprechend von einem 'Gedächtnis-Fenster' zu sprechen und anzunehmen, daß die Wirkung eines Reizes, einer Wahrnehmung sowie einer Bestätigung und Enttäuschung mit dem Zurückfallen des Ereignisses in geometrischem Gefälle an Gewicht verliert.

Die Steilheit dieses Ausblassens wird freilich höchst verschieden sein; wie zu erwarten, von der bloßen Konditionierung bis zum bewußten und absichtsvollen Beteiligtsein beträchtlich flacher werden.

Dies ist die entscheidende Variable, die wir im Ratiomorphen einführen.

Die Begrenzung ist noch vorzunehmen, da eine geometrische Verteilung null nie ganz erreicht, bekanntlich aber völliges Vergessen ganz üblich ist. In unserem Algorithmus begrenzen wir bei einem Hundertstel der ursprünglichen Erlebens- oder Wahrnehmungs-Intensität, wo mit dem Verlust der Wirkung gerechnet werden kann.

Nimmt man nun m für die Größe des Memorierens, des Gedächtnis-Schwundes pro Zeitintervall und Ereignis, dann ist I die Länge des für die Berechnung folgenden Gedächtnisfensters in Ereignissen und umgekehrt. Entsprechend läßt sich aus dem empirischen Verhalten die subjektiv einbezogene Anzahl von Ereignissen L und aus dieser der Grad des Ausblassens M pro Ereignis bestimmen.

Nehmen wir zum ersteren Fall ein Beispiel: M = 0.5 (in jedem Fortschreiten der Ereignisse schwindet die Hälfte der vorauslaufenden Wirkung einer Enttäuschung), so folgt bis zum siebenten Ereignis,

daß das Gedächtnisfenster (L) nur auf sechs Ereignisse reagieren wird. Entsprechend läßt sich die Beziehung von L und M (wie von 1 und m) voraussehen. Beispiele:

²⁰⁾ Physiologisch ist dies eine alte Erfahrung (Übersicht in Stein und Rosen 1974), aber auch die Psychologie kennt schon seit Ebbinghaus (1885) eine 'Vergessenskurve' geometrischer Verteilung. Neuere Studien haben dies bestätigt (z. B. Peterson und Peterson 1959). Denselben Verlauf nimmt das Vergessen im Prinzip auch bei Überdeckung oder Interferenzen mit konkurrierenden Wahrnehmungen (z. B. Underwood 1957).

Für den Algorithmus verlangt dies nun eine Wägung w und w' der im Gedächtnisfenster verbleibenden Enttäuschungen E und E'. Entsprechend der Formeln 5 und 6 (Seite 150) steht nun für die Vertrauensgrade C für (adaptierte) Determinations- d oder Zufalls-Erwartung i:

$$Cd(l,m) = Dw/(Dw + Iw')$$
 (Formel 11) und

$$Ci(l,m) = Iw'/(Iw' + Dw)$$
 (Formel 12).

Die Gewichte dieser V/ägung w und w' entsprechen einer Funktion, die sich aus den Merkmalen I, m und n (Anzahl der gebotenen Ereignisse), E und E' zusammensetzt, die lautet:

Dw (n,l,m,E) =
$$\sum_{i = max(0,n-l)}^{n} E_{i} m^{(n-i)}$$
 (Formel 13) und

$$Iw'(n,l,m,E) = \sum_{i = \max(0,n-l)}^{n} E'_{i} m^{(n-i)}$$
 (Formel 14)

Das Wägeverhältnis von Bestätigungen und Enttäuschungen erreicht in Gedächtnisfenstern ein Maximum (oder Minimum), das bei zunehmender Kürze des Fensters die Werte 1 und 0 nicht mehr erreicht. Zwei Konstanten k_1 und k_2 , die eingeführt werden, schließen an die gewohnte Skala an: 21)

Cd
$$(l,m,k) = k_2 D (Dw/Dw + Iw') - k_1 D$$
 (Formel 15) und
Ci $(l,m,k) = k_2 I (Iw'/Iw' + Dw) - k_1 I$ (Formel 16).

Die entscheidenden Konsequenzen dieser Formulierung eines Gedächtnisfensters sind zunächst zweierlei. Erstens kann ein System mit kurzem Fenster Ordnung und Determination längerer Subsequenzen nicht mehr vom Zufall unterscheiden (Abb. 32). Zweitens kann eine Abweichung (ein Fehler?) in einer überwiegend geordnet erscheinenden Reihe seine Wirkung auf das Urteil bald verlieren (Abb. 33).

Beides ist höchst kennzeichnend für ratiomorphe Irrtümer und Leistungen.

2. Im wahrscheinlichkeits-mathematischen Ansatz liegen die Dinge ganz anders. Allerdings nur im Ansatz. Kein Vergessen, keine Fehler im Programm oder in der Beobachtung werden vorgesehen. Entscheidend ist wieder die eingeführte Variable einer Erwartung über die mutmaßlich mittlere Subsequenzlänge. Das Problem liegt sodann in der Frage, welche Art von Verteilung für die Wahrscheinlichkeit vorliegt, daß einer kürzeren gegenüber einer ebenso möglichen längeren Subsequenz den Vorrang gegeben werden muß.

²¹⁾ Das Zeichen i steht hier als Indexvariable. Zur Adaptierung der Skala wird der kleinste Wert, den eine Gewichtung ergibt (k_1) , abgezogen und der größte mit einem Wert (k_2) multipliziert, der diesen wieder genau 1 werden läßt: $k_1 = Dw_{max}/(Dw_{max}+1)$ und $k_2 = [1/(1+Dw'_{max})-k_1]^{-1}$. Einzelheiten in RIEDL, ACKERMANN, HUBER (1992).

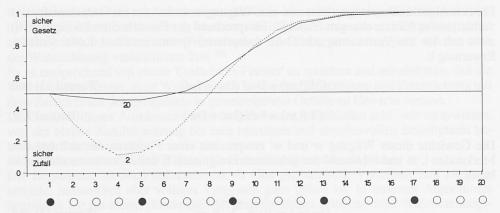


Abb. 30: Lösungswege des rationalen Algorithmus (rnA) an einer Gesetzessequenz, bei r = 2, s = 4 und den erwarteten, mittleren Subsequenzlängen von <s> = 2 und <s> = 20 (aus Wagner und Ackermann 1987).

Wie von Seite 153 noch erinnerlich, wurde vorerst eine Lösung über geometrische Verteilungen dargestellt (Abb. 30). Vergleicht man dazu aber Lösungen über eine Poisson-Verteilung, so zeigt es sich (wie in Abb. 34), daß diese voneinander beträchtlich abweichen. Folglich muß eine Entscheidung getroffen werden, welche nach den Ansprüchen des Algorithmus die Form eines mathematischen Beweises haben muß.

Diesen Beweis haben Wagner, Kratky und Ackermann (1991) vorgelegt und gezeigt, daß die Familie der geometrischen Verteilung die einzige Form ist, welche, über die Formalisierung eines Unterstützungs-Faktors (factor of support, f), bei der Aufdeckung von Regelmäßigkeit unabhängig von der Subsequenzlänge s wird, sowie weitgehend unabhängig von der erwarteten mittleren Subsequenzlänge <S>.²²⁾

Im einzelnen ist der Durchführung dieses Beweises hier nicht zu folgen. Was an dieser Stelle noch interessiert, das sind die Konsequenzen dieser Lösung.

Die entscheidende Konsequenz dieser Formulierung einer geometrischen Verteilung im voraus anzunehmender mittlerer Subsequenzlängen ist wieder eine zweifache. Zum einen ist es kennzeichnend, daß das Programm bei Annahme beliebig langer Ordnungsmuster den Zufall nicht erkennen kann (Abb. 35); ihm gegenüber bleibt es im Ungewissen. Zum anderen schwankt die Entwicklung einer Lösung bei Abweichungen von deutlichen Ordnungsmustern (Fehlern?), beziehungsweise bei mathematischer Unentscheidbarkeit der Lösung (man vgl. Abb. 48, Seite 177), beträchtlich mit der erwarteten Ordnungsart; also wieder mit der erwarteten mittleren Subsequenzlänge (Abb. 36).

Und wieder ist beides höchst kennzeichnend für rationale Irrtümer und Leistungen.

3. Der Zusammenhang der beiden Gradienten wird dem Leser dabei nicht entgangen sein. Denn nicht nur sind beide Gradienten vom Typ der geometrischen Verteilung, was schon auffallend genug wäre. Sie erweisen sich zudem als so spiegelbildlich angelegt wie im Kerne die beiden alternativen Algorithmen. Der ratiomorphe Regreß der Wirkung von

²²⁾ Ersteres gilt unter der üblichen Bedingung, daß die Anzahl der gebotenen Ereignisse wenigstens zwei der kürzesten Subsequenzen enthält, letzteres, daß die angenommene mittlere Subsequenz wenigstens zweimal in die Ereigniskette paßt.

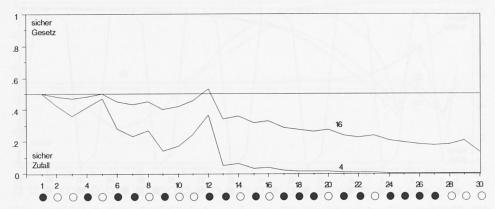


Abb. 31: Lösungswege des rnA an einer Zufallssequenz bei r = 2 und der erwarteten Subsequenzlänge <s> = 4 und <s> = 16 (vgl. dazu Abb. 35, Seite 159).

Enttäuschungen läuft die Ereigniskette entlang zurück in das Vergangene. Der rationale Regreß einer Wahrscheinlichkeit, der Aufdeckung jeweils komplexerer Ordnungsformen, läuft die Ereigniskette entlang in das Kommende.

Darüber hinaus gibt es aber noch einen prinzipiellen funktionalen Wechselbezug zwischen den beiden. In dem Maße nämlich komplexere Ordnung, längere Subsequenzen entdeckt werden sollen, muß das Gedächtnis leistungsfähiger, das Gedächtnisfenster länger werden. Und zwar bis zu jenem Maximum, da in den Axiomen der Logik und der Mathematik Grenzen des Gedächtnisses gar nicht mehr vorkommen; wie dieselben aber freilich jegliche Kreatur plagen. Und umgekehrt versteht es sich, daß mit der Aufschließbarkeit komplexerer Ordnung ganz verschiedene Wahrnehmungen der außersubjektiven Wirklichkeit entstehen müssen. Da nun zu jenem Ende, daß wir höchst redundanzlose Ordnung vom Chaos nicht mehr zu unterscheiden vermögen. ²³⁾

²³⁾ Wir sind der Bedeutung der Redundanz der Phänomene dieser Welt als Vorbedingung ratiomorphen wie rationalen Kenntnisgewinns schon begegnet. Beispiele zur Unmöglichkeit der Entdeckung redundanzloser Ordnung in Riedl (1987b, Seite 113 und 143).

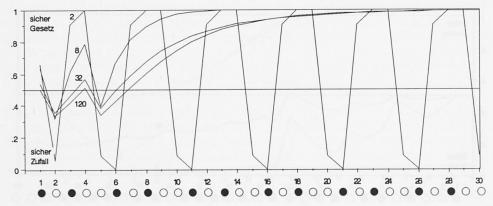


Abb. 32: Lösungswege des rmA an einer Gesetzessequenz bei r = 2, s = 5 und Gedächtnislängen von l = 2 bis l = 120. Bei l < s kann die Gesetzlichkeit nicht erkannt werden. Nicht trivial aber ist die Einsicht, daß die Gesetzeserkenntnis bei zunehmend langem l zögernder wird.

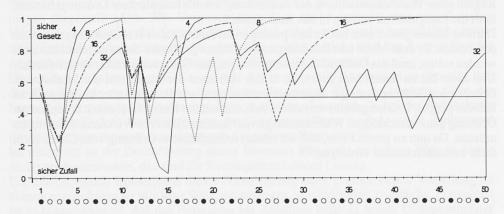


Abb. 33: Lösungswege des rmA an einer Sequenz unbestimmten Ursprungs. Situation wie in Abb. 25, Seite 145; bei r = 2 und l = 4 bis 32; mit den Möglichkeiten: Zufall, Gesetz mit s < 21, oder s = 3 mit Abweichung in Ereignis 11. Man erkennt, daß die Gesetzeslösung angesteuert wird, und zwar mit der Kürze des Gedächtnisses beschleunigt, und daß die Abweichung in 11 vom möglichen s = 3(?) ebenso schneller vergessen wird. Wohingegen bei beliebig langem Gedächtnis völlige Ungewißheit erhalten bleiben müßte (man vergleiche die Umkehrung wie die Parallele zum rnA in Abb. 36, Seite 160).

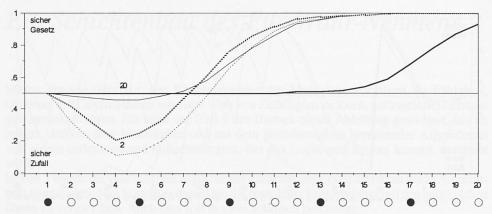


Abb. 34: Lösungswege mittels Poisson- und geometrischer Verteilung der anzunehmenden Subsequenzlängen von jeweils <s> = 2 und <s> = 20 am Beispiel einer Serie mit r = 2 und s = 4. Man erkennt, daß bei längerem <s> die Poisson-Lösung (fett) von der geometrischen (mager) wesentlich abweicht (nach Wagner und Ackermann 1987, dort auch die Einzelheiten).

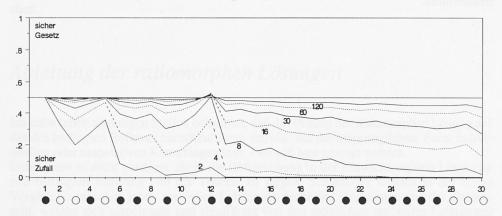


Abb. 35: Lösungswege des rnA an einer Zufallssequenz mit r = 2 und erwarteten Subsequenzlängen von <s> = 2 bis <s> = 240. Man erkennt, daß der rationale Algorithmus bei der Erwartung sehr langer <s>, sehr komplexer Gesetzlichkeit den Zufall nicht mehr erkennen kann.

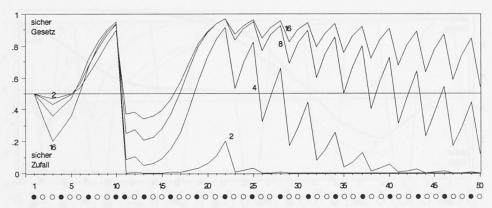


Abb. 36: Lösungswege des rnA an einer Sequenz unbestimmten Ursprungs. Bedingung und Möglichkeiten wie in Abb. 33, Seite 158. Man erkennt, daß nunmehr die Zufallslösung angesteuert wird, aber mit zunehmender Länge der Subsequenz-Erwartung von <s> bis <s>=16 immer zögernder, so daß bei beliebig langem <s>, beliebig komplex gedachter Welt, wieder völlige Ungewißheit erhalten bleibt.

Ein Schichtenbau des Für-Wahr-Nehmens

Meine Theorie sieht vor, den Kenntnisgewinn des Menschen, vor allem die Fähigkeit, Ordnung mit Gesetzlichkeit aus einer Welt von Zufälligem zu lösen, auf zweierlei Leistungen zurückzuführen. Ich habe den Teil 2 des Buches dieser Ableitung gewidmet, um zu zeigen, daß ein alter biomorpher und aus dem Nichtbewußten kommender Algorithmus von einem reflexiven und kulturbedingten, der aus Logik und Syntax kommt, überbaut wird.

In Teil 3 wurde der ratiomorphe Algorithmus zunächst abgeleitet und dann je ein Algorithmus formalisiert. Nun kommt es darauf an, die postulierte Entsprechung mit den empirischen Daten zu vergleichen. Auch dies soll in zwei Schritten geschehen.

Da die mathematische Wahrscheinlichkeitstheorie nicht mehr ableitend begründet (bewiesen) zu werden braucht, werde ich im ersten Teil den ratiomorphen Typus mit seinen postulierten Entwicklungsstadien in Einklang zeigen; im zweiten Teil die Leistungen und Differenzen der Lösungen der alternativen Algorithmen mit jenen unserer Vpn vergleichen.

Ableitung der ratiomorphen Lösungen

Ich habe schon an einigen Stellen behauptet, daß das Prinzip der ratiomorphen Lösung auf das des bedingten Reflexes zurückzuführen sei; also auf die ursprünglichste Form individuellen oder assoziativen Kenntnisgewinns. Das soll hier gezeigt werden.

Dabei kann es nicht genügen, allein die Entsprechung in der Entwicklung und Löschung von bedingten Reflexen und der Theorie zu zeigen. Schlüssiger werden in der Folge Vergleiche zwischen jenen speziellen Leistungen bedingter Reaktionen und der Theorie sein, welche sich gemeinsam und signifikant von den möglichen rationalen Leistungen unterscheiden.

Bedingter Reflex und Konditionierung

Beim Eintritt in die Frage, wie schon die einfachste Form einer Konditionierung mit der Theorie verglichen werden kann, bedarf es eines Vergleiches der in beiden vorkommenden Begriffe.

Beim bedingten Reflex handelt es sich um einen physiologischen Prozeß, der Weiter- oder Umleitung einer Nervenleitung auf eine andere Bahnung; um die Verknüpfung eines unbedingten Reizes mit einem zweiten, zunächst mit diesem nicht verbundenen, sogenannten bedingten Reiz. Die Verknüpfung der beiden, wie man sich erinnert, kann zwar Grade der Stärke der Reaktion auf den bedingten Reiz, bedingte Reaktionsstärken zeigen. In den meisten Fällen interessiert aber nur die Verläßlichkeit, der Grad der Regelmäßigkeit, mit

der im Laufe eine Konditionierung oder Löschung die bedingte Reaktion auftritt oder ausbleibt.

Wie ist nun derlei mit einer Erwartungshaltung oder Neigung zu vergleichen; gewissermaßen Ja- oder Nein-Entscheidungen mit einem zwischen 0,5 ('weiß nichts') und 1 ('sehe alles Kommende verläßlich voraus')?

Das Gemeinsame findet sich, wenn man auf jene allgemeinere Beschreibungsebene weitergeht, welche beide Phänomene enthalten muß. Dies ist die Ebene der Handlungen. Diese schließt das Auftreten einer bedingten Handlung ebenso ein wie eine Neigung zum Handeln. Vor allem wenn man sich vor Augen hält, daß eine Neigung zum Handeln ausdrückt, in welcher Bereitschaft oder Häufigkeit, man kann auch sagen, mit welchem Wetteinsatz man sich zu einer Handlung entschlossen hätte.

Bei der Darstellung einer sich entwickelnden Konditionierung werden Verhältniswerte aus vielen gesetzten und ausgebliebenen bedingten (konditionierten) Handlungen angegeben; eine Neigung dagegen gibt an, in welchem Verhältnis man in vielen Fällen eine Handlung gesetzt oder unterlassen hätte.

Die Abbildung 37 zeigt die Entsprechung, sowohl mit dem Aufbau, als auch mit der Löschung. Wobei einem Schritt der Lösungs-Entwicklung durch den Algorithmus der Mittelwert der positiven Reaktionen eines sogenannten Versuchsdurchganges aus gewöhnlich 20 bis 100 Darbietungen und Einzelreaktionen entspricht.²⁴⁾

Dabei ist schon von Interesse, daß bei der ratiomorphen Leistung des Menschen dieselbe Steilheit des Anstieges der Verknüpfung schon mit einer – gewissermaßen pro Versuchsdurchgang – einzigen Darbietung und Reaktion erreicht wird. Der lange Weg zu diesen adaptiven Erfolgen wird mit jenen von Selbst-Motivation, Gedächtnis und Erwartungshaltungen zusammenhängen.

Von der Konditionierung zum Muster-Erkennen

Beschreibt man die einfachste Form einer Konditionierung durch den regelmäßigen Wechsel zweier Reize, so kann diesem der Algorithmus durch die Vorgabe eines regelmäßigen Wechsels eines Repertoires von zwei Zeichen entsprechen. Es genügt zur Wiedergabe bedingter Reaktionen somit ein so kurzes Gedächtnisfenster im Algorithmus, das nur noch über eine Evidenz des letzt vergangenen Reizes verfügt.

Mit einem so kurzen Gedächtnisfenster sind schon Muster über drei oder vier Ereignisse nicht mehr zu erkennen. Daß dies auch der Algorithmus zeigt, ist trivial. Weniger trivial ist der Umstand, daß sich der Übergang von der Konditionierung zum Mustererkennen ebenso eindeutig durch eine schrittweise Verlängerung des Gedächtnisfensters darstellen läßt.

Diesen Übergang hat man, wie (von S. 65) erinnerlich, durch Experimente mit alternativer Bekräftigung des bedingten Stimulus (BS) durch den unbedingten (US) erforscht, wobei zunächst die bedingte Reaktion (BR) stets zur falschen Gelegenheit ins Leere (– –) geht

²⁴⁾ Die große Variation, die man von der Schnelligkeit der Entwicklung einer Konditionierung kennt, ist auf eine ganze Reihe von Faktoren zurückzuführen, wobei Entwicklungshöhe, Motivation, Verstärkungsweise und Intervalle eine bedeutende Rolle spielen. Man vergleiche die Übersichten in Angermeier 1972, Angermeier und Peters 1973, sowie Foppa 1975.

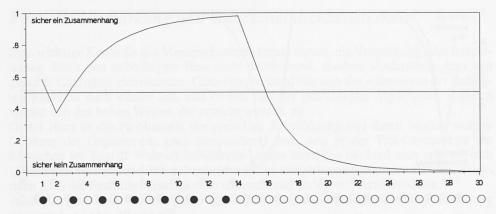


Abb. 37: Darstellung der bedingten Reaktion durch den rmA. Das Ereignis 'weiß' steht für den bedingten Reiz. In der Aufbauphase ist es stets von 'schwarz' dem unbedingten Reiz gefolgt (r = 2); in der Löschungsphase hingegen nicht (oder von einem Wechsel beliebiger Reize). Die schon verläßlich aufgebaute Konditionierung, die Bekräftigung der Prognostik: auf weiß werde schwarz folgen, wird wieder abgebaut.

und erst viel später zum richtigen Augenblick erfolgte; eben von der Bekräftigung zum Mustererkennen. Dieser Ablauf gibt folgendes Bild:

BS ↑US	BR↓ BS	BS ↑US	BR↓ BS	<u>BS</u> ↑US	BR↓ <u>BS</u>
BR↓ BS ↑US	BS	BR↓ BS ↑US	BS	BR↓ BS ↑US	<u>BS</u>

Dasselbe zeigt der Algorithmus bei allmählicher Verlängerung des Fensters (Abb. 38). Bei einer Länge L=2, und auch noch bei L=3, erkennt er das Muster nicht und verhält sich entsprechend wie bei Zufall. Ab L=4 erkennt er den Zusammenhang und klettert, ebenso wie das Verhalten über einen Zustand der Ungewißheit, gegen die verläßliche Prognostik (gegen 1). Was wir einen Übergang vom neuronalen zum cerebralen Gedächtnis beschrieben, bildet sich als eine Konsequenz von L<3 zu L>3 durch die Formalisierung ab. Der Unterschied zum rationalen Algorithmus ist gar nicht zu übersehen. Dieser erkennt nicht nur sofort das Vierermuster, er würde sogar im Übergang von der steten zur alternativen Bekräftigung, wie man solche Experimente gewöhnlich vorbereitet, schon seine Gewißheiten über die Forsetzung einer Regel verlieren.

Der Umgang mit Abweichungen

Besonders aufschlußreich werden Untersuchungen an Serien mit Abweichungen von offenbar (offensichtlich?) determinierten Mustern. Unter diesen sind wieder solche auszuwählen, deren Zustandekommen über den Zufall oder die Zufalls-Festlegung einer determinierten Subsequenz (vgl. S. 145 und Abb. 48) annähernd dieselbe (geringe) Wahr-

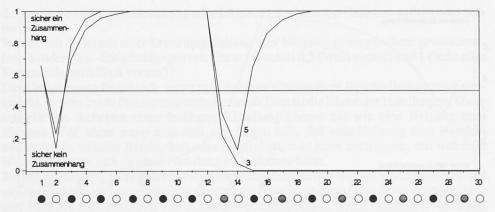


Abb. 38: Darstellung des Übergangs vom bedingten Reflex zum Muster-Erkennnen mittels des rmA durch die Verlängerung des Gedächtnisses, hier von l=3 auf l=5 (Ereignisse lang). Beide Lösungswege erkennen die Folge unbedingter (schwarz) und bedingter (weiß) Reize (s=2). Bleibt aber der unbedingte Reiz (ab Ereignis 13) jedes zweite Mal aus (grau), so entspricht dies dem Muster alternierender Verstärkung (s=4). Dann beginnt das längere Gedächtnis das Muster wieder zu erkennen, das kürzere nicht.

scheinlichkeit besitzen. Serien also, die auch probabilistisch nicht ohne weiteres ei-ner der Alternativen zugeordnet werden können.

Dabei ist in der Instruktion für die Vpn von möglichen Fehlern im Programm nicht die Rede; sie werden auch auf Anfrage weder in Aussicht gestellt noch ausgeschlossen.

Der ratiomorphe Algorithmus wird in solchen Fällen bald die Überzeugung ausdrücken, daß es sich um eine Gesetzesserie handeln muß; und umso früher, je kürzer man sein Gedächtnis (l oder m) vorsieht. Beim rationalen Algorithmus ist es umgekehrt. Da er nichts vergißt, wird er vom Herrschen des Zufalls überzeugt; und wiederum umso früher, je kürzer die mittlere Subsequenzlänge (<s>) ist, die man ihm vorschreibt. Wir kennen dies schon aus den Abbildungen 33 und 36.

Dies gibt die von uns schon gemachte Erfahrung wie die, daß die Vp, wie in jeder kreatürlichen Ausstattung, damit rechnet, daß nichts in der Welt perfekt ist. Im Rechenwesen dagegen, wie man aus der Schule weiß, werden Fehler nicht toleriert und sind bestenfalls Thema eines sehr speziellen Kapitels der Mathematik.

Ratiomorph spielt hier die Gestaltwahrnehmung bereits eine dominierende Rolle. Man hört von Vpn in solchen Fällen die Meinung, daß es sich um einen Fehler des Programms oder des Versuchsleiters handeln müsse, denn ansonsten wäre die Zeichenfolge nicht zu erklären. Aber auch introspektiv beobachtet man die Flinkheit 'des Auges', Abweichungen in Mustern zu erkennen, indem das dominierende Muster, wie in einem Scanning-Prozeß, vergleichend über die ganze Reihe gezogen wird. ²⁵⁾

²⁵⁾ Dieser Scanning-Prozeß läßt sich auch beschreiben (Riedl, Ackermann und Huber 1992), indem der Algorithmus z. B. probeweise jedes Ereignis in seine Alternative ver-wandelt (bei r = 2) und unter allen (n) Lösungswegen jenen wählt, der sich am schnellsten 0 oder 1 nähert. Die Wahrnehmung scannt jedoch ganze Muster, was biologisch effektiver wie rechnerisch viel aufwendiger ist.

Partielle Verstärkung und Wahrscheinlichkeitslernen

Eine wichtige Kontrolle des Mustererkennens beruht darauf, die Verstärkung oder Bekräftigung durch den unbedingten Reiz nicht alternierend, sondern stochastisch, aber mit gleicher Häufigkeit einzustreuen. Ganz entsprechend löst sich das Alternieren der bedingten Reaktion auch wieder auf, und ebenso läßt der ratiomorphe Algorithmus sogleich wieder von den hohen Werten, die erreicht wurden, ab.

Derlei führt in die Problematik der partiellen Bekräftigung und damit in eine weitere Leistung der Organismen; ganz entsprechend dem, was in der Test-Psychologie am Menschen im Begriff Wahrscheinlichkeits-Lernen enthalten ist. Und man erinnert sich (Abb. 8 und 12, S. 63 und 79), daß in beiden Fällen mit geringeren mittleren Bekräftigungsraten auch die Reaktions-Häufigkeiten entsprechend geringere Werte erreichen.

Auch dies kann unser ratiomorpher Algorithmus vorausbestimmen und in der Entwicklung wiedergeben (Abb. 39 und 40).

Dabei mag man sich erinnern, daß auch im Falle der partiellen Bekräftigung (Abb. 8, S. 63) Prozentwerte der eingetretenen bedingten Reaktionen betrachtet werden; also ein Verhältnis aus Ja- und Nein-Entscheidungen. Dem entspricht im Algorithmus wieder die Häufigkeit, mit der man sich (im Falle vieler Wetten) auf das Vorliegen von Gesetzlichkeit festgelegt hätte. ²⁶⁾

Wie man aus der Abbildung 39 entnimmt, erreicht, wie bei der partiellen Bekräftigung (39A), der ratiomorphe Algorithmus (39B) die Werte der positiven Reaktionen; und wie im Wahrscheinlichkeitslernen (40A) erreicht der ratiomorphe Algorithmus (40B) ebenso dessen Werte.

Das ist beim rationalen Algorithmus ganz anders. Er kann keine Gesetzlichkeit finden, und seine Lösungswege wandern, in Abhängigkeit vom zunehmenden Ausbleiben der Bekräftigung, auch zunehmend steil gegen 0, die Überzeugung des Vorliegens von Zufall.

Wie zu erwarten, bildet der ratiomorphe Algorithmus auch die Löschung ab, wie wir dies (aus Abb. 37, S. 163) schon kennen. Aber im Unterschied zu der empirischen Erfahrung, daß die Löschungen umso steiler erfolgen, je stetiger bekräftigt worden ist, erfolgt die Löschung durch den Algorithmus gleichartig. Er hält damit etwa die Mitte gegenüber der Erwartung der Behavioristen, nach welchen die Löschung mit dem Maße der Einprägung hätte langsamer erfolgen sollen. Man erinnert sich (von S. 79) Humphreys Paradoxon, das uns eben so paradox nicht erschien.

Das Erkennen und Verkennen des Zufalls

Hinsichtlich der Verläßlichkeit, rein zufällige Ereignisketten zu erkennen, warten für beide Algorithmen Fallstricke. Aber auch der Testpsychologie ist längst bekannt, daß Vpn Schwierigkeiten haben, den Zufall zu erkennen. Es liegt sogar so etwas wie ein Zwang vor,

²⁶⁾ Will man (im Unterschied zu Abb. 8) die Lösungsfindung bei 0 beginnen lassen, also nicht bei Ungewißheit (0,5), sondern vorsehen, daß kein Zusammenhang zwischen dem unbedingten und bedingten Reiz wiedergegeben wird, so läßt man eine Zufallsreihe vorauslaufen und bietet erst nach Erreichen von 0 die Bekräftigungsraten.

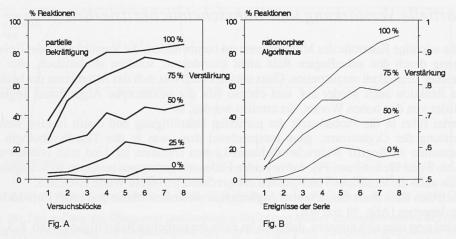


Abb. 39: Darstellung der Konditionierung bei partieller Verstärkung durch den rmA. In Fig. A sind die empirischen Werte wiedergegeben (aus Abb. 8, S. 63), in Fig. B die Lösungen durch den Algorithmus. Dabei wurden jeweils 0, 12.5, 25 und 50% Abweichungen in die Serie mit r = 2 eingestreut (entsprechend 100, 50, 25 und 0% Verstärkung); und entsprechend einer Mittelung über Versuchsblöcke in A wurde in B über jeweils 60 Abläufe gemittelt. Bei 1 steht nun 'vollständige -' bei 5 'keine Konditionierung'.

Gesetzlichkeiten zu entdecken, was wir schon aus der biologischen Funktion der Prognostizierbarkeit und deren Lebensfunktionen verstehen.²⁷⁾

Nun ist es aufschlußreich, daß das Erkennen, gewissermaßen die Bereitschaft oder das Vertrauen, dem Zufall größere Wahrscheinlichkeit zuzudenken, mit den beiden variablen Gradienten der Algorithmen zusammenhängt. Beim ratiomorphen Algorithmus wächst das Vertrauen in den Zufall mit der Gedächtnislänge (l, m wie L, M); beim rationalen sinkt sie mit der erwarteten Subsequenzlänge wie (<S>).

Im Falle des ratiomorphen Algorithmus (Abb. 41) ist auszunehmen, daß die Entwicklung fortgesetzt nach Prognostizierbarkeit, also nach Regelmaß sucht und immer wieder von der Unprognostizierbarkeit abhebt, sobald sich, je nach Weite des vorgesehenen Gedächtnisses, Prognosen bestätigen. Naturgemäß nimmt dies mit der Kürze des Gedächtnisses zu. Bei ganz kurzen Gedächtnissen (Abb. 41, L=2) kann der Zufall überhaupt nicht erkannt werden. Die Lösung pendelt zwischen den Alternativen (0 und 1). Dies entspricht der 'win and stay'-Strategie; mit 'lose and shift' in der Folge, im Falle die Prognose enttäuscht wird. Dies ist eine im höheren Tierreich verbreitete Lösungssuche. Aber auch beim 'gedankenlosen' Verhalten des Menschen, selbst, wie zu zeigen sein wird, noch bei Hochschulanfängern, haben wir dieses Verhalten nachgewiesen, sie bleiben im ganzen (Abb. 42, S. 169) ratlos.

Mit der Länge des Gedächtnisses nimmt die Akzeptanz des Zufalles zu und erreicht ein Optimum, wenn dem Gedächtnis gar keine Grenze gesetzt wird. Kommt es im Verhalten

²⁷⁾ Amüsant sind Berichte, nach welchen Vpn, die, vor eine Zufallsreihe gesetzt, den Auftrag hatten, eventuell Gesetzlichkeit zu entdecken, auch nach Aufklärung der Versuchsanordnung den Versuchsleiter mit der Ansicht verfolgten, daß nun diesem die Gesetzlichkeit entgangen wäre.

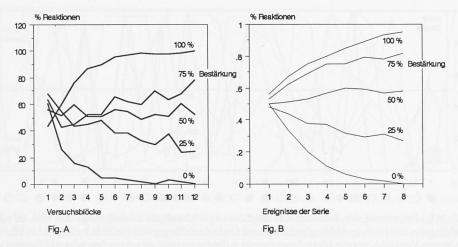


Abb. 40: Darstellung des Wahrscheinlichkeits-Lernens durch den rmA. In Fig. A sind die empirischen Werte wiedergegeben (aus Abb. 12, S. 79), in Fig. B die Lösungen durch den Algorithmus. Dabei wurden 0, 25, 50, 75 und 100% Bestärkungen der aus der Serie r = 2, s = 2 möglichen Prognosen vorgesehen, wieder wurde, entsprechend den Versuchsblöcken, über 60 Abläufe gemittelt. 1 steht nun für 'alles -' 0 für 'nichts ist vorhersehbar'.

auf die Ausgliederung des Zufalls an, dann bildet sich darin geradezu der Selektionsdruck auf Verbesserung des Gedächtnisses ab. Wir sind zur zentralen Frage zurückgekehrt. Im Falle des rationalen Algorithmus (Abb. 35, S. 159) war auszunehmen, daß die Entwicklung ungleich rascher angibt, den Zufall zu erkennen; und zwar umso schneller, je kürzer man die mittlere Subsequenzlänge (<s>) vorsieht, die im Falle von Gesetzlichkeit dersel-

ben zugedacht wird. In der Lebenspraxis kann dies jenes Ökonomieprinzip wiedergeben, wonach einfachere Gesetzlichkeit auch leichter erkannt wird (wozu die Dinge komplizierten was den als nicht 2)

ter machen als nötig?).

Mit der Länge der als möglich gedachten Subsequenz nimmt dagegen das Vertrauen, Zufall erkannt zu haben, ab. Je komplexer man sich die Gesetzlichkeit eines Umstandes denkt, umso unbestimmter bleibt die Haltung. Mit dem auffallenden Ergebnis, daß bei der Akzeptanz der Möglichkeit beliebig langer Subsequenzen (<s> = \tilde{N}) der Zufall überhaupt nicht mehr erkannt werden kann. Nun ist eine Ratlosigkeit ganz anderer Art zur Stelle. Wir sind zurück bei unserer Frage: 'Wann ist Zufall und Notwendigkeit zu trauen', dem Elektroniker-Beispiel, von dem wir (S. 137) ausgegangen sind.

In kritischen Situationen der Entscheidungsfindung und Disposition liefern die beiden Algorithmen alternative, einander ausschließende Lösungen, lösen oder verkennen das Problem, vor welchem sie sich befinden. Kurz: sie sehen die Welt verschieden. Und es bleibt nun zu zeigen, daß sie unser widersprüchliches Verhalten und Urteilen jener Leistung beschreiben und prognostizieren lassen, welche wir so summarisch unsere Vernunft nennen.

Gegenüber den alternativen Lerntheorien wird, auf der Grundlagen der evolutionären Erkenntnistheorie, ein Schichtenbau der Erkenntnis-Vorgänge postuliert; mit den alternativen Wahrheiten im Gefolge. Die Existenz einer logisch-rationalen Leistung, welche vorwiegend aus Kohärenz-Bedingungen der Kommunikation entstand, die eine kybernetisch-

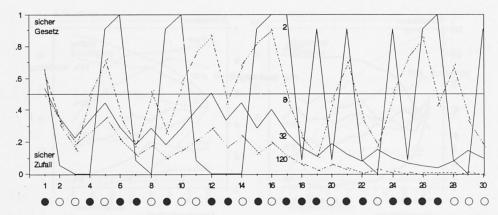


Abb. 41: Prognostik der 'win-stay-lose-shift-Strategie' durch die Lösungswege des rmA an einer Zufallsreihe mit r = 2, in Abhängigkeit von der Gedächtnislänge; von l = 2 bis l = 120. Man erkennt die steten Versuche, regelmäßige Sequenzteile aufzufinden und zu verwerfen, was das System mit abnehmendem l, zunehmend zwischen 0 und 1, in Ratlosigkeit pendeln läßt. Ganz entsprechend der simplen 'winn-stay-loose-shift Strategie' (wie in Abb. 42).

ratiomorphe Leistung überbaut, welche in erster Linie auf Korrespondenz-Bedingungen der Adaptierung zurückgeht.

Prognostik des empirischen Verhaltens

Nach der Darlegung der alternativen Algorithmen, ihrer Leistungen und Leistungsgrenzen kommt es darauf an, die Übereinstimmung ihrer Lösungswege und Irrtümer mit der empirischen Erfahrung darzulegen. Denn die entscheidende Prüfung für unseren theoretischen Ansatz muß auch hier in der Bestätigung der Prognose liegen, mit ihrer Hilfe die alternativen Neigungen, Urteile und Beweise, die sich der menschlichen Vernunft anbieten, vorausbestimmen zu können.

Naive Strategien

Schon den am wenigsten differenzierten Verhaltensweisen scheint bereits ein Grundprinzip kenntnisgewinnender Prozesse unterlegt zu sein: mit möglichst wenig Aufwand Erfolg zu haben.

- 1. In unseren Lernexperimenten mit Fischen, Vögeln und niederen Affen bestätigte sich immer wieder die von Experimentatoren lange bekannte (und gefürchtete) Seitenstetigkeit.²⁸⁾
- ²⁸⁾ Unsere jüngsten Experimente an Goldfischen und Karpfen, Tauben und Sittichen von Huber (1988 und 1991), P. Oguz (1990) und Sichrovsky (1991), sowie an Krallenäffchen von Führer (1990). Die Seitenstetigkeit wird durch entsprechende Programme abdressiert.

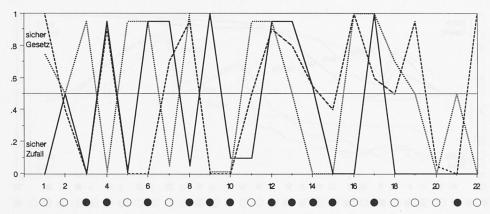


Abb. 42: Win-stay-lose-shift-Strategien am Beispiel dreier Hochschul-Anfänger vor einer Zufallsreihe. Man bemerkt, daß die unterlegten Erwartungen leicht wechseln, die ungeeignete Strategie aber dennoch nicht verlassen wird. Ein für Hochschulanfänger zwar schon seltenes, aber immer noch nachweisliches Verhalten; wobei für 'Gedächtnislänge' (wie in Abb. 41 simuliert) nun stärker 'Motivation' und 'Aufmerksamkeits-Bereitschaft' steht.

Bei simultanem Anbot einer Wahl zwischen den die Seiten stochastisch wechselnden Alternativen von richtig (wird belohnt) und falsch (wird enttäuscht) kommt es am Beginn der Experimente häufig vor, daß das Tier stetig bei jener Seite bleibt, an welcher es wenigstens einmal Erfolg hatte. 50% Enttäuschungen werden für den geringen Entscheidungsaufwand in Kauf genommen.

Unsere Experimente mit Vorschulkindern ließen eine solche Verhaltens-Strategie ebenfalls nachweisen. Überraschender ist das Auftreten solchen Verhaltens noch bei Hochschul-Anfängern. Es äußert sich, wie von S. 144 erinnerlich, darin, unbeschadet der Entwicklung der Reihe, bei irgendeiner der alternativen Entscheidungen (meist 0 oder 1) zu bleiben.

Die Übereinstimmung ist aber wohl nur eine formale. Denn die Befragung zeigt, daß die Unlust mitzudenken mit vorgefaßten Meinungen rationalisiert wird. Der Versuchsleiter neigt dann zur Ansicht: die Aufgabe wurde nicht verstanden.

2. Schon etwas differenzierter ist die 'win-stay'- und 'lose-shift'-Strategie, von der auch schon die Rede war. Unsere Versuchstiere zeigten sie nicht eindeutig, oder wenn, doch nur selten. Von Kindern ist sie bekannt. Und wieder ist es aufschlußreich, daß sie bei Hochschulanfängern nicht zu selten ist.

Sie äußert sich, wie das die Abbildung 42 zeigt, bei Zufallsreihen in einem Pendeln der Werte zwischen nahe 1 und nahe 0, allerdings in nicht konstanten Rhythmen. In einigen Fällen läßt sich erkennen, daß z. B. nur 'schwarz' als die Regel vermutet wurde, 'weiß' aber als Bestätigung für eine Zufalls-Annahme. In anderen Fällen scheint das Zweiermuster 'schwarz-weiß' für die Bestätigung eines Regelmaßes angenommen worden zu sein. Aber auch Wechsel zwischen solcherlei Annahmen lassen sich nachweisen.

Befragt man Vpn nach solcherart Leistungen, dann werden so verschiedene wie unsystematische Kommentare geboten, daß offensichtlich nur ganz unbestimmte 'Gefühle' geleitet haben können. Dies stimmt gut überein. Mit dem Pendeln des ratiomorphen Algorithmus (Abb. 41) bei Vorschreibung geringsten Gedächtnisses (hier wohl geringster Aufmerksamkeit oder Beteiligung).

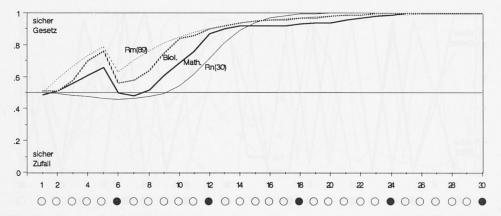


Abb. 43: Prognostik des Verhaltens vor einer Gesetzessequenz mit r=2, s=5 durch beide Algorithmen (rmA und rnA). Die empirischen Werte (fett) mitteln jeweils 83 Biologie- und 36 Mathematik-Anfänger. Die Populationen zeigten dabei eine mittlere Aufmerksamkeit, die mit 1 = 89 (Rm 89), und eine Subsequenzerwartung, die mit <s> = 30 (Rn 30) zu beschreiben ist. Eine leichte Präferenz der Biologen zur ratiomorphen, der Mathematiker zur rationalen Lösung deutet sich an.

3. Die dritte Strategie, bei Zufallsreihen und ungleicher Häufigkeit der Zeichen (r), sich der besseren Prognostizierbarkeit des häufigeren Zeichentyps anzuvertrauen, ist in unseren Reihen-Experimenten nicht eindeutig nachzuweisen. Im Unterschied zu den Leistungen beim Wahrscheinlichkeitslernen (Abb. 40, S. 167) liegt in unseren Experimenten die entwickelte Reihe immer ganz vor. So ist bei aufmerksamen Vpn mit einem Anwachsen des Merkbaren (l) zu rechnen. Die Ahnung oder Schätzung von Auftretens-Wahrscheinlichkeiten spielt dann kaum eine Rolle.

Standard-Lösungen und die Variablen

Im Falle eindeutiger Lösungsmöglichkeiten, also leicht erkennbarer Gesetzes- und Zufalls-Reihen, verhalten sich die beiden Algorithmen sehr ähnlich und lassen beide das empirische Verhalten, den Mittelwert zu einer Population, gut prognostizieren (vgl. Abb. 43 und 44). Die Abweichungen sind dabei von zweierlei Art und liegen vornehmlich im Anfang des Lösungsvorganges.

1. Da ist zunächst ein Unterschied zwischen den Algorithmen. Der ratiomorphe Algorithmus zeigt dabei eine stärkere Bewegung, variiert gewissermaßen seine Tendenzen in Richtung auf die alternativen Lösungs-Möglichkeiten. Dies läuft etwas über die erste Subsequenzlänge hinaus (Abb. 43) und bleibt zuletzt etwas konservativer als die rationale Lösung.

Bei den Zufallsreihen (Abb. 44) ist diese Tendenz im Ratiomorphen besonders deutlich, denn sogleich werden gewisse Sub-Regelmäßigkeiten aufgedeckt und wieder verworfen. Im weiteren Verlauf wird seine Lösung aber auch entsprechend progressiver als die des rationalen Algorithmus. Das Ergebnis der beiden ist aber immer übereinstimmend.

2. Der Mittelwert der empirischen Lösung verhält sich anfangs ganz entsprechend. In den meisten Fällen ist die Lösung vorsichtiger oder liegt zwischen der der beiden Algorithmen

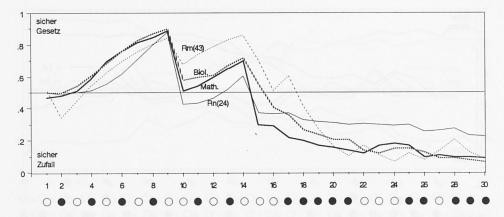


Abb. 44: Prognostik des Verhaltens vor einer Zufallssequenz mit r = 2 durch beide Algorithmen. Die empirischen Werte, wie in Abb. 43, fett. Die Population zeigt weiter eine hohe mittlere Aufmerksamkeit l = 43 (Rm 43) und die Bereitschaft, eine lange Subsequenz <s> = 24 zu erwarten (Rn24). Im Mittelbereich (Ereignis 10 bis 20) tendieren die Biologen wieder mehr zur ratiomorphen, die Mathematiker mehr zur rationalen Lösung.

(Abb. 43). Bei Zufallsreihen dagegen (Abb. 44) kann in der Folge die empirische Lösungstendenz etwas überhöht zum Ausdruck kommen, schwingt aber nach erkanntem Zusammenhang auch wieder ganz in die Lösungstendenzen der beiden Algorithmen ein.

3. Wesentlich ist, daß sich das empirische Verhalten stets prognostizieren läßt, und in eindeutigen Problemformen von beiden Algorithmen in übereinstimmender Lösungsweise. Ganz im Unterschied zu den nicht eindeutigen Problemformen, was uns noch näher beschäftigen wird.

4. Neben dieser Prognostik erlauben zudem die Variablen, die dem Ratiomorphen vorzugebende Gedächtnislänge und die dem Rationalen zuzuschreibende mittlere Subsequenzen-Erwartung, beide Lösungswege jeweils noch näher an den empirischen Lösungsverlauf heranzuführen.

Besonders überraschend ist das bei der Analyse der Lösungs-Entwicklung der einzelnen Vp. Man kann ihr auf den Kopf zusagen, mit welcher Aufmerksamkeit (M,L) und mit welcher Art von Regelerwartung (<S>) sie an den Versuch herangegangen ist. Abgeschwächt gilt dies auch noch für die Mittelwerte aus den Populationen. Allerdings und kennzeichnenderweise wieder nur für solche eindeutigen Aufgaben.

Die geringe Wirkung von Erfahrung und Geschlecht

1. In früheren Studien experimentierten wir mit Populationen von Biologiestudenten zu wiederholten Malen. Das hatte auch zum Ziel, den Beitrag der Erfahrung an der Entwicklung einer Lösung zu untersuchen. Dabei stellte es sich bald heraus, daß sich keinerlei prinzipielle Änderung bei der Lösungsfindung ergibt zwischen Vpn, die an unseren Reihen-Experimenten schon teilgenommen hatten, oder nicht.

In den Standardaufgaben, eine Zufalls- wie eine Gesetzes-Reihe zu erkennen (Abb. 45), bringt die Erfahrung lediglich eine etwas glattere und raschere Entwicklung des Vertrau-

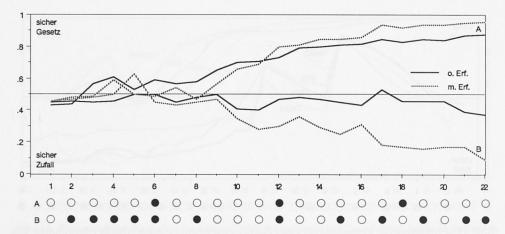


Abb. 45: Die Wirkung der Erfahrung auf den Lösungsweg, am Beispiel einer Gesetzes-(A) und einer Zufallsreihe (B). Nach den Mittelwerten von 70 Biologie-Anfängern, von welchen 41 bereits Erfahrung mit dieser Art von Experimenten besaßen (gestrichelte Kurven), 39 dagegen nicht (durchgezogen). Erfahrung fördert also die Entscheidungsfindung, besonders deutlich vor Zufallsreihen.

ens, des Überzeugungsgrades, um welche Alternative es sich handeln müsse; typischerweise bei Erkennen des Zufalls deutlicher als bei Gesetzlichkeit. Dies kann aber großteils schon darauf zurückzuführen sein, daß eben diese Alternativen, wenn auch abgewandelt, in den Experimenten wiederkehrten.

Das ist mit problematischen Reihen anders. Die Abweichungen bleiben im Bereich der natürlichen Streuung. Und da gerade diese Reihen, welche sich nicht zwingend zuordnen lassen, es sind, die uns über das Auseinanderfallen der ratiomorphen und rationalen Lösungen am besten informieren, war dem Maß an Erfahrung weiterhin nur unter speziellen Bedingungen ein Augenmerk zu schenken.

2. Die Lösungswege derselben Population, differenziert nach Geschlechtern, zeigten keine signifikanten Differenzen, namentlich bei Vpn, die noch keine Erfahrung mit dem Test besaßen (Abb. 46).

Lediglich bei Vpn mit einer gewissen Erfahrung mit unserem Test könnten die Studenten, aber auch dies nur bei der Aufdeckung von Zufallsserien, rascher Vertrauen gefaßt haben. Bei den Problemserien, die uns interessieren werden, aber wieder nicht. Geschlechter-Differenzierung wird bei denselben darum auch nicht erforderlich sein.

Die große Wirkung von Zeitdruck und Kommunikation

Unterschiedlich dagegen sind die Entwicklungen der Lösung, wenn kein Zeitdruck die Urteilsfindung belastet. Es zeigt sich dann eine rasche Entwicklung von Überzeugungen. Rascher freilich nur in Beziehung auf die dargebotenen Ereignisse, nicht auf den realen Zeitaufwand. Das Endergebnis bleibt gleich, nur die Eile gemahnt gewissermaßen zur Vorsicht.

Ähnlich ist die Wirkung, wenn man vorsieht, daß die Vpn über ihre Lösungsansichten

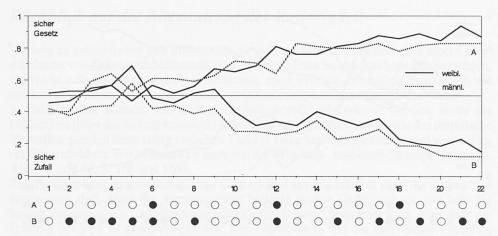


Abb. 46: Die Wirkung der Geschlechtszugehörigkeit auf den Lösungsweg am Beispiel einer Gesetzes(A) und einer Zufallsreihe (B). Nach den Mittelwerten von jeweils 28 Biologiestudentinnen und 42 Biologiestudenten. Die Unterschiede sind vorerst nicht signifikant, bestenfalls sind die Studentinnen vor Zufallsreihen etwas zögernder.

kommunizieren. Dies ist freilich auch mit dem Wegfallen von Zeitdruck verbunden, fördert aber nochmals eine Beschleunigung im Erreichen hoher Gewißheitsgrade; wieder bezogen auf das Auftreten der Ereignisse. Man hätte erwarten können, daß Kommunikation rationale Argumente fördert und damit auch eine Tendenz zur rationalen Lösungsfindung. Interessanterweise, und wie noch zu zeigen sein wird, ist dies nicht der Fall. In der Abbildung 47 sind die Unterschiede für die Entwicklung der Lösung an einer Zufalls- und einer Gesetzesreihe in den Extremen angegeben. Einmal mit Zeitdruck ohne Kommunikation und einmal umgekehrt; bei derselben Population vor symmetrischen Aufgaben (weil auseinander gelegen, um das Erinnern auszuschließen). Die Größe der Abweichungen macht deutlich, daß es bei allen Standardexperimenten darauf ankam, den Zeitdruck gleich zu halten (stets zehn Sekunden zwischen den Ereignissen) und Kommunikation zu vermeiden.

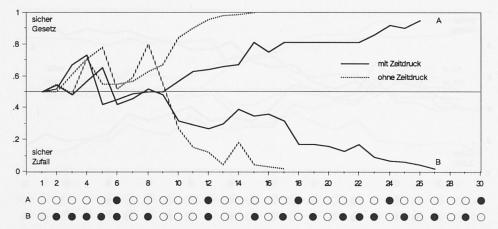


Abb. 47: Die Wirkung von Zeitdruck und Kommunikation auf den Lösungsweg am Beispiel einer Gesetzes-(A) und einer Zufallsreihe (B). An symmetrischen Aufgaben (schwarz-weiß vertauscht) und mit Zeitabstand arbeiteten dieselben 20 Biologiestudenten an jeder der Reihen unter Zeitdruck (10" pro Ereignis) und getrennt (durchgezogene Kurven), ein andermal ohne Zeitdruck und kommunizierend in vier Gruppen zu 5 Vpn (gestrichelt). Die fördernde Wirkung der letzteren Vorgaben auf die Entscheidungsfindung ist beträchtlich.

Prognostik alternativen Für-Wahr-Nehmens

In diesem letzten Kapitel soll aus unseren Experimenten das wesentliche Ergebnis für unsere Theorie der Vernunft gezeigt werden. Wesentlich nämlich in bezug auf den Gegenstand dieses Buches, in dem behauptet wird, daß wir Menschen mit zweierlei Wahrheiten und Wahrscheinlichkeiten operieren, nämlich deren ratiomorphen und rationalen Formen.

Bisher wurde im Grunde nur gezeigt, daß unsere ratiomorphen und rationalen Algorithmen das empirische Verhalten des Menschen prognostizieren lassen; im einzelnen besonders dann, wenn man die Variablen einbezieht, die im einen Falle mit den Grenzen von Aufmerksamkeit und Gedächtnis zu tun haben, im anderen Fall mit der Komplexität von Gesetzlichkeit, dem Grad an Redundanz, die man einem Phänomen, der außersubjektiven Wirklichkeit zusinnt.

Nun muß gezeigt werden, daß bei komplexen Problemen unterschiedliche und einander ausschließende Lösungen auftreten, je nachdem die Vp zu einer ratiomorphen oder aber rationalen Handhabung von Wahrscheinlicheiten tendiert und den entsprechenden Formen der Wahrheitsfindung.

Rückblick auf die Alternativen der Ratlosigkeit

Vorweg zu nehmen sind jene Situationen, in welchen Menschen hinsichtlich einer Unterscheidung von Zufall oder Notwendikgkeit zu keiner Entscheidung zu kommen vermögen. Und es ist aufschlußreich, daß die Konditionen, unter welchen dies auftritt, ratiomorph wie rational und zudem in bezug auf Zufalls- wie Gesetzesprobleme verschieden sind.

1. Zufallsreihen können, wie erinnerlich, ratiomorph nicht erkannt werden, wenn das Gedächtnis (oder die Aufmerksamkeit) beschränkt ist. Der Algorithmus, wie das empirische Verhalten, pendelt dann stetig zwischen 1 und 0, zwischen vermeintlicher und verwerfender Gesetzlichkeit. Wir kennen dies auch von der 'Win-stay-, lose-shift-Strategie' (man vgl. Abb. 41 und 42, S. 168 und 169).

Zufallsreihen können aber auch rational nicht erkannt werden. Hier nur unter der diametralen Bedingung, daß, unter der Voraussetzung beliebig langen Gedächtnisses, mit beliebig langen Subsequenzen (beliebig komplexer Gesetzlichkeit) gerechnet wird. Aber auch die Haltung der Vpn ist grundverschieden. Der Algorithmus wie das empirische Verhalten bleibt dann stetig nahe 0,5 ('kann nichts wissen', vgl. Abb. 35, S. 159). Man erinnert sich, daß wir von der Beobachtung dieser Haltung 'unseres Elektronikers' (S. 137) ausgegangen sind. Es ist naheliegend, daß zum Entdecken des Zufalls eine gewisse Gedächtnisleistung erforderlich ist. Es ist aber auffallend, daß die rationale Extrapolation auf ein beliebig lang zu denkendes Gedächtnis, wenn auch in umgekehrter Form, doch wieder in Ratlosigkeit mündet. Und, im Extrem: redundanzlose Gesetzlichkeit bleibt rational wie ratiomorph vom Zufall nicht unterscheidbar.

2. Gesetzesreihen dagegen bleiben der ratiomorphen Lösung unerkennbar, wenn das Gedächtnis kürzer ist als die vorliegende Subsequenz (vgl. Abb. 32, S. 158). Das ist trivial. Weniger trivial ist es, daß es auf das Verhältnis der Gedächtnislänge zur Art der vorliegenden Gesetzlichkeit ankommt, wie schnell der Lösungsweg vom Herrschen des Zufalls überzeugt wird, ratlos bleibt, oder sogar zur Annahme einer Gesetzlichkeit tendiert, die gar nicht vorliegt.

Die rationale Lösung ist vor dieser Schwierigkeit gefeit. Sie 'rechnet' von Haus aus mit der Möglichkeit von Subsystemen innerhalb von Subsequenzen und setzt beide in Vergleich. Was beide Lösungen nicht schaffen, die ratiomorphe auch mit langem Gedächtnis nicht, ist das Erkennen von Gesetzlichkeit ohne oder mit ungenügender Redundanz, fehlender oder unvollständiger Wiederholung der Subsequenz. Das aber ist wieder trivial.

Die problematischen Aufgaben

Im Rahmen unserer Experimente mit 30 Ereignissen und einem Repertoire von auch nur zwei Zeichen sind 2^{30} oder etwas mehr als 10^9 (eine Milliarde) verschiedene Reihen möglich. Sieht man zudem etwa 30 verschiedene Gedächtnislängen und ebensoviele Erwartungen von Subsequenzlängen vor, so folgen daraus 10^{12} (eine Billion) unterschiedlicher Entwicklungen von Lösungen.

Vergleicht man die Differenzen zwischen den rationalen und ratiomorphen Lösungswegen gegenüber jeweils derselben der Ereignisketten, so weichen manche voneinander besonders stark ab. Im wesentlichen kann man drei Umstände unterscheiden, unter welchen die Abweichungen maximal verschieden werden.

1. Zunächst sind es die Zufalls-Serien, bei welchen, wie man sich erinnert, die ratiomorphe Lösung bei sehr kurzem Gedächtnis zwischen 0 und 1 pendelt (Abb. 41, S. 168), während die rationale bei sehr langer Subsequenz-Erwartung dagegen von 0,5 nicht wegkommt (Abb. 35, S. 159). Dies ist zwar auffallend, aber sowohl nach den Algorithmen, als auch nach den Haltungen der Vpn sind es Extrempositionen.

Aufschlußreicher sind in dieser Hinsicht Ereignisketten, welche auch bei moderierten Gedächtnislängen und Komplexitäts-Erwartungen zu diametralen Lösungen führen.

2. Wir sind solchen Reihen schon begegnet und haben diese als von 'unbestimmtem Ursprung' bezeichnet (vgl. Abb. 33 und 36, S. 158 und 160). Dieser Typus ist gekennzeichnet durch eine scheinbar sehr einfache Regelmäßigkeit (kurze hochredundante Subsequenz?), doch für den Fall einer solchen Betrachtung mit einem derselben eindeutig widersprechenden (abweichenden) Ereignis.

Solcherart Ereignisketten führen die ratiomorphe Lösung zur Überzeugung von Gesetzlichkeit, die rationale zu der von Zufall. Und zwar je früher die Abweichung in der Serie auftritt, umso unmittelbarer. Dieser Typ von Aufgaben trennt die empirischen Lösungen gleichermaßen in zwei Lagern. Nach der Entsprechung mit den Lösungswegen der beiden Algorithmen unterscheiden wir nun ratiomorphe von rationalen Lösungshaltungen. Der Prozentsatz der Vpn, die sich nicht entscheiden können, bleibt dabei auffallenderweise verschwindend klein. Das Verhalten gegenüber diesem Typ von Ereignisketten soll uns weiterhin interessieren.

3. Im Rahmen dieses Typs gibt es Serien, bei welchen die Wahrscheinlichkeit, daß sie durch den Zufalls- oder aber durch den Programmgenerator (vgl. Abb. 24, S. 144) entstehen konnten, nahezu gleich ist.

Im Falle zweier Ereignisarten ist die Entstehenswahrscheinlichkeit jeder Zufallsreihe 1/2, potenziert mit der Anzahl der Ereignisse. Im Falle einer Gesetzesreihe steigt die Zufallsunwahrscheinlichkeit, da der Würfel mitentscheidet, zunächst etwas steiler 1/2 + 1/6, also 4/6, wieder potenziert mit der Ereigniszahl. Sobald aber (nach den auf S. 144 angenommenen Bedingungen) die Sechs fällt, die Subsequenz also feststeht und nur mehr wiederholt wird, bleibt die Wahrscheinlichkeit gleich.

Wie die Abbildung 48 zeigt, schneiden sich bei Reihen, bei welchen die Abweichung kurz vor der Mitte liegt, beide Entstehens-Wahrscheinlichkeiten nahe dem Ende der Reihe. An dieser Stelle sind sie also völlig gleich; und auch eine entstehens-theoretische Überlegung könnte zu keiner Entscheidung gelangen. Mit einer Reihe dieser Art setzen wir fort.

Die Wirkung von Alter und Bildung

Bislang hat es genügt zu zeigen, daß die Mittelwerte der Lösungsfindungen einer Population von Vpn mit unseren Algorithmen gut zu prognostizieren sind. Sobald aber alternative, einander ausschließende Lösungen erwartbar werden, ist auf der dreidimensionalen Darstellung weiterzugehen. Die Mittelwerte verwischten die Differenzierung.

Kehren wir zunächst zurück zur Entdeckung einander ausschließender Lösungsverhalten einer Population von Studienanfängern der Mathematik (Abb. 26, Seite 146) und vergleichen nun Alters- und Bildungsstufen mit der Lösung durch die beiden Algorithmen. Wobei

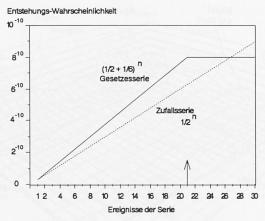


Abb. 48: Entstehungs-Wahrscheinlichkeiten einer bestimmten Zeichenreihe, aus dem Zufalls- und Programm-Generator (Abb. 24 und S. 144), dem alle unsere Reihen entspringen. Die gestrichelte Entwicklung gilt für alle Zufallsreihen mit r = 2, die durchgezogene für ein Programm, bei welchem erst bei Ereignis 21 (die 'Sechs' fällt) die Subsequenz wiederholt wird (Typ unserer 'Serie unbestimmten Ursprungs'). Man erkennt, daß bei Ereignis (n) 27 die Wahrscheinlichkeiten gleich sind (nach RIEDL, HUBER und ACKERMANN 1991).

es in den Experimenten darauf ankam, die Information für die Vpn trotz des Bildungsunterschiedes möglichst gleich zu halten.²⁹⁾

1. Die jüngste Population bestand aus Gymnasiasten der Unterstufe mit einem Alter von 10 bis 13 Jahren (1. und 3. Klasse). Wie man Abbildung 49 entnimmt, begannen 80% der Kinder bereits richtig mit einem ziemlich symmetrischen Gipfel bei 0,5. Gegen Ereignis 10 verliert sich die Unsicherheit; Berg-Rücken schaukeln gegen 1, wo wieder 80% der Population von herrschender Gesetzlichkeit überzeugt sind.

Bei Ereignis 11 ist der Abbruch der Überzeugung eindeutig. So gut wie alle Kinder verloren ihr Vertrauen in die gebildete Ansicht. Alle Möglichkeiten der Deutung kommen zum Vorschein; keine deutliche Häufung bei 0,5. Aber auch nur wenige formen einen Hügel bis zu 0, einer Überzeugung von Zufall.

Ab Ereignis 12 erholt sich die Unsicherheit, der Hügel bei 0 verstreicht und es bildet sich ein prononcierter Berg-Grat gegen 1 mit steiler Flanke, der nochmals 80% der Kinder als von Gesetzlichkeit überzeugt zeigt. Der Rest streut bei Ereignis 30 über alle Möglichkeiten.

2. Die nächstjüngste Population bildeten Gymnasiasten der Oberstufe (5. und 8. Klasse) im Alter von 15 bis 18 Jahren. Die Landschaft der entwickelten Einstellungen ist in allem vergleichbar. Aber schon 90% der Schüler formen am Start den Gipfel bei 0,5 ganz symmetrisch. Der Rücken (Abb. 50) abbauender Ungewißheit wird glatter und sammelt gegen Ereignis 10 60% der Population zur Überzeugung herrschender Gesetzlichkeit.

²⁹⁾ Die Instruktionen sind in der Studie von Riedl, Huber und Ackermann (1991) im Wortlaut wiedergegeben. Dort möge man auch die Einzelheiten und die Originale der Ergebnisse nachschlagen.

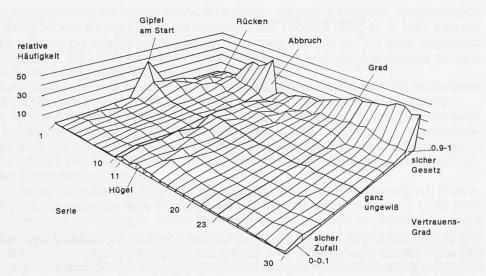


Abb. 49: Feldder Entwicklung von Lösungen bei Untermittelschülern, Alter 11 bis 13 Jahre, vor einer Sequenz unbestimmten Ursprungs (wie in den Abb. 25, 33, 36 und 48 der S. 145, 158, 160 und 177). Die relative Häufigkeit der Ansichten ist über den erreichten Vertrauensgraden und entlang der sich entwickelnden Serie gesetzt (nach Riedl., Huber und Ackermann 1991).

Bei Ereignis 11 ist der Abbruch nicht minder deutlich. Alle Möglichkeiten der Unsicherheit schließen wieder an. Eine geringe Häufung bei 0,5 deutet sich an und der Hügel bei 0 bleibt wahrnehmbar, aber verstreicht.

Ab Ereignis 12 entsteht wieder der prononcierte Grat gegen 1, die Flanken zwar schon etwas flacher, und nur mehr 60% der Schüler sind voll von Gesetzlichkeit überzeugt. Der Rest zählt in jene Flanke oder streut bei Ereignis 30 wieder über alle Möglichkeiten.

3. Die dritte Population setzte sich aus Anfängern des Biologiestudiums zusammen. Überwiegend 1. und 3. Semester mit 19 bis 23 Jahren. Nun bilden von den Studenten wieder 90% den Gipfel bei 0,5, symmetrisch, steil und ohne weitere Streuung. Der Rücken (Abb. 51) wird stufig (in Abhängigkeit der wahrgenommenen Redundanzen) und vereinigt auch nur mehr 60% gegen Ereignis 10 zur Haltung 1, der Überzeugung von Gesetzmäßigkeit.

Bei Ereignis 11 bildet sich der bekannte Abbruch, jedoch mit zwei neuen Merkmalen im Gefolge. Die Streuung der entstehenden Unsicherheiten zeigt nun eine Häufung bei 0,5 mit Deutlichkeit und der Hügel bei 0 verstreicht nicht mehr, bleibt vielmehr bis Ereignis 30 mit 20 bis 25% der Population erhalten, mit einer geringen Dämpfung zwischen den Ereignissen 20 und 23.

Ab Ereignis 11 entsteht der Grat noch langsamer und mit noch flacheren Flanken, und zwar über ein Hügelfeld, das von Einstellung um 0,3 gegen 1 zieht. Aber nur mehr als etwas über 40% der Population finden zur Überzeugung des Herrschens von Gesetzlichkeit. Die Ansichten bei Ereignis 30 sind damit von sattelförmiger Verteilung, die Lösungen sind großteils diametral verschieden geworden. Diese Endpositionen werden wir weiter im Auge behalten.

4. Die vorletzte Population dieser Untersuchungsreihe setzte sich aus Studienanfängern der

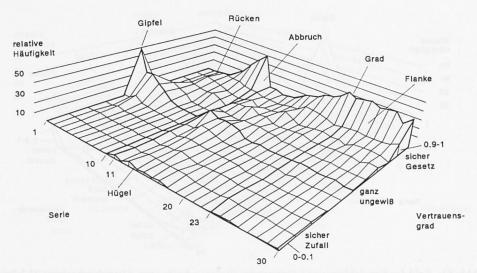


Abb. 50: Feld der Entwicklung von Lösungen bei Obermittelschülern, Alter 15 bis 18 Jahre, vor der Aufgabe in Abb. 49. Die relative Häufigkeit der Ansichten ist über den erreichten Vertrauensgraden und entlang der sich entwickelnden Serie gesetzt (nach Riedl, Huber und Ackermann 1991).

Mathematik (und Statistik) zusammen. Nach Semester und Alter den Biologie-Anfängern gleich. Am Gipfel findet man wenig Änderung. Der Rücken (Abb. 52) wird noch stufiger und vereinigt wieder 60% der Population bei 1, der Überzeugung von Gesetzlichkeit. Bei Ereignis 11 steht der Abbruch und die entstehende Unsicherheit läßt wieder eine

Häufung bei 0.5, aber eine noch deutlichere bei 0 erkennen.

Ab Ereignis 11 aber wächst der Hügel bei 0 noch dazu weiter, löst sich bei Ereignis 20 sogar auf, was sich bei den Biologiestudenten erst andeutet (vgl. Abb. 51), und wächst ab Ereignis 23 nochmals zu einem zweiten Hügel an, der in seiner Umgebung 30 bis 35% der Population mit der Überzeugung herrschenden Zufalls schließen läßt. Demgegenüber wächst der Grat gegen Deutung 1 noch langsamer und flacher und vereinigt bei Ereignis 30 auch nur mehr 30 bis 35% der Studenten bei der Ansicht, es müsse sich um Gesetzlichkeit handeln. Nun also sind die diametralen Ansichten der Population zu gleichen Teilen getrennt.

5. Entsprechend dieser Entwicklung fragt man sich, ob eine Population erwartbar wäre, in welcher nun alle Vpn vom Herrschen des Zufalls überzeugt würden, wie dies der rationale Algorithmus voraussehen läßt.

Wir befaßten darum, bei identischer Anleitung, acht Professoren der Mathematik und Statistik der Universität Wien mit derselben Aufgabe und förderten die Entwicklung (man vgl. die Abb. 47, S. 174) noch durch Weglassen des Zeitdruckes und die Aufforderung zur Kommunikation.

Acht Vpn genügen nun nicht für eine übersichtliche dreidimensionale Darstellung. Ich gebe hier (Abb. 53, S. 182) dafür den Lösungsweg aller Professoren wieder. Dies zeigt zunächst nach dem Start bei 0,5 den typischen Beginn (den Rücken) gegen Ansicht 1. Bei Ereignis 11 ist, wie gewohnt, der Abbruch deutlich, mit einer breit gestreuten Unsicherheit um 0,5 im Gefolge (interessanterweise keine Position bei 0).

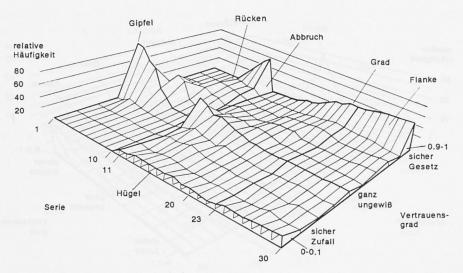


Abb. 51: Feld der Entwicklung von Lösungen bei Biologie-Anfängern, Altersdurchschnitt 21 Jahre, vor der Aufgabe in Abb. 49 und 50. Die relative Häufigkeit der Ansichten ist wie bisher über den Vertrauensgraden entlang der Serie gesetzt (nach Riedl, Huber und Ackermann 1991).

Ab Ereignis 11 tritt eine Entwicklung in den Vordergrund, die sich bei den Studenten (Abb. 51 und 52) erst andeutete. Die Erwartung, es könne sich doch um Gesetzlichkeit handeln, steigt gegen Ereignis 20 an (Erwartung der Bestätigung einer langen Subsequenz); und als diese Erwartung enttäuscht wird, entsteht ein neuer Abbruch und die Ansicht der ganzen Population wandert, wie erwartet (entsprechend dem zweiten Hügel), zur Zufallsinterpretation.

Die Alternativen des Für-Wahr-Nehmens

Blickt man auf die Ergebnisse dieser fünf Populationen zurück, so ergeben sich also einige Entwicklungen, welche offenbar mit dem Lebensalter, der Fächerinklination und dem Bildungsgrad korrelieren. Ich werde hier zunächst die Positionen bei Ereignis 30 kommentieren.

Diese Positionen sind (den Abb. 49 bis 52 entnommen, aus Abb. 53 abgeleitet) in Abbildung 54 (S. 183) zusammengestellt, und es ist deutlich, daß entlang der Reihe die Gesetzeslösungen schwinden und die Zufallslösungen kompensatorisch zunehmen. Zwischenlösungen bleiben verschwindend gering. Was also führt nicht nur zu einer solchen Polarisierung, sondern auch zu einem so eindeutigen Wechsel von der ratiomorphen zur rationalen Interpretation?

1. Die Polarisierung wird natürlich durch die Anlage des Experimentes suggeriert. Wir haben jedoch Bedingungen kennengelernt, welche sowohl die ratiomorphe wie die rationale Lösungssuche im Ungewissen belassen. Bei passablem Gedächtnis (zureichender Aufmerksamkeit) wie bei nicht übertriebener Komplexitätserwartung (der Vermutung einer

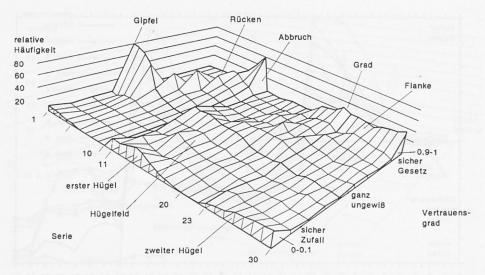


Abb. 52: Feld der Entwicklung von Lösungen bei Mathematik-Anfängern, Altersdurchschnitt 21 Jahre, vor der Aufgabe wie in Abb. 49 bis 51. Die relative Häufigkeit der Ansichten ist wie bisher über den Vertrauensgraden entlang der Serie gesetzt (Lösung des Ergebnisses in Abb. 26, S. 146; nach RIEDL, HUBER und ACKERMANN 1991).

durchschaubaren Welt) gelangen jedoch fast alle Vpn zu einer der beiden alternativen Lösungen.

Wie dies auch die Wirkungen der Variablen in unseren Algorithmen erwarten ließen, geht es im breiten Mittelfeld menschlicher Wachheit und Erwartungshaltung um Lösungen zur Handlungsanleitung, weil die Unterscheidung von Zufall und Gesetzlichkeit in der außersubjektiven Wirklichkeit von lebenserhaltender Bedeutung sein kann; und weil auch die Falsifikation eines Irrtums mehr zum Kenntnisgewinn beiträgt als bloße Ratlosigkeit.

Entsprechend ist es aufschlußreich, daß Patienten mit depressiven Leiden, wie Untersuchungen an der Psychiatrischen Klinik des Allgemeinen Krankenhauses (in Wien) ergaben, sich als signifikant weniger entscheidungsfreudig erwiesen als Gesunde. Auch vor und nach erfolgreicher Behandlung ergibt sich für den Durchschnitt der Patienten dasselbe Bild. Und wieder sind die Unterschiede am deutlichsten bei der Beurteilung von Zufallsreihen.³⁰⁾

2. Den Wandel von der ratiomorphen zur rationalen Lösung deuten wir uns mit dem allmählichen Überbaut-Werden der biologischen Ausstattung durch die Kultur; namentlich die deduktiven, reflektierenden Leistungen, welche ich, wie in den vorangehenden Teilen des Buches dargelegt, auf die Form unserer Logik und Sprache zurückführe.

³⁰⁾ Diese Studie verdanken wir Frau Dr. Rotraut Ille, sowie der Unterstützung durch Prof. Gerhard Langer und seine Station. Untersucht wurden 31 stationäre Patienten mit einem Krankheitsbild von über 14 nach der Hamilton-Skala. Bei Werten unter 9 wurde die Entlassung vorgesehen. Das noch nicht veröffentlichte Material wurde mir freundlicherweise für diese Anmerkung zur Verfügung gestellt.

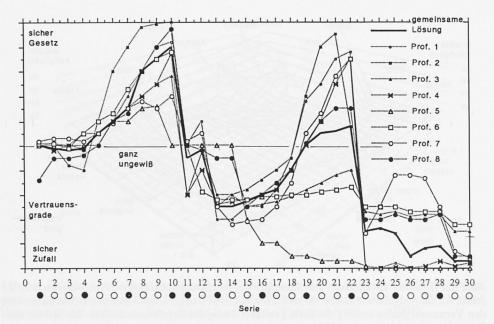


Abb. 53: Entwicklung von Lösungen bei Professoren der Mathematik und Statistik vor der Aufgabe wie in Abb. 49 bis 52. Diesmal ohne Zeitdruck und mit der Aufgabe, nach dem Eintragen der eigenen Position, pro Ereignis die gemeinsame Lösung (fett) durch Argumente kommunikativ zu bestimmen (nach Riedl, Huber und Ackermann 1991).

Was aber macht der Kern den Polarisierung, da wir mit den sogenannten problematischen Aufgaben experimentieren. Denn von diesen war nachzuweisen, daß die Wahrscheinlichkeit ihrer Entstehung über unseren Zufalls- oder aber Gesetzesgenerator gleich groß ist (man erinnert sich an Abb. 24 und 48 von den S. 144 und 177).

3. Die ratiomorphe Haltung im Algorithmus wie die der Vpn ist beschränkt durch die Annahme einer nicht perfekten Welt, überall mit Mängeln und Fehlern zu rechnen. Dies wird an den Grenzen seines eigenen Gedächtnisses und seiner Aufmerksamkeit ebenso erlebt wie an jenen seiner Mitmenschen. Eine Abweichung in einem deutlichen Muster wird als möglicher Fehler bald vergessen. Und es folgt daraus die Neigung, solcherart Inperfektion auf die außersubjektive Wirklichkeit im ganzen zu übertragen.

Dies ist, bedenkt man unsere Ansicht, daß alle Naturgesetzlichkeit nur von hoher statistischer Wahrscheinlichkeit sein könne, so falsch offenbar nicht; und es legitimiert unser induktiv-heuristisches Operieren. Was uns jedoch diese Erwartung verschließt, das ist, zum mindesten, das Vertrauen auf das Zwingende, die Präzision des deduktiven Schließens.³¹⁾

³¹⁾ Die Problematik des empirisch induktiven Zugangs habe ich im Zusammenhang der Evolutionären Erkenntnistheorie in Riedt. 1985 und 1987a angeführt.

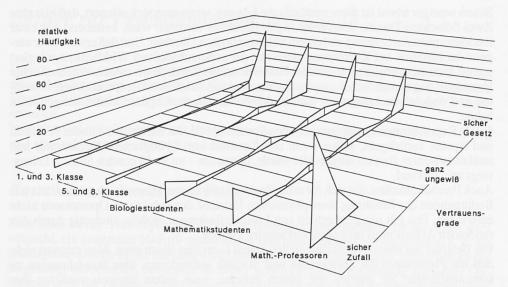


Abb. 54: Die definitiven Lösungen der fünf Populationen. Die Werte sind der Verteilung der Ansichten (den Abb. 49 bis 53) am Schluß der Experimente (bei Ereignis 30) entnommen. Man erkennt allgemein ein Meiden der Ungewißheiten, speziell eine Abnahme der ratiomorphen wie eine Zunahme der rationalen Lösung, korreliert mit Alter und Bildungsgrad in Mathematik (nach Riedl., Huber und Ackermann 1991).

- 4. Die rationale Haltung wiederum, nochmals im Algorithmus wie in den Vpn, ist beschränkt durch die Annahme möglicher Perfektion. Überallhin ließe sich dieses Prinzip, unter Bedingungen, extrapolieren. Dies wird aus der erlebten Reflexion über die Möglichkeiten von Logik und Mathematik, wie man sich ausdrückt, beweisbar. Abweichungen, selbst in scheinbar geordneten Systemen, könnten nicht als Fehler abgetan werden, sondern müßten notwendiger Bestandteil eines als erweitert (verlängert) gedachten Zusammenhangs sein. Und es folgt daraus die Neigung, der außersubjektiven Wirklichkeit im ganzen mit solcherart Perfektion zu Leibe zu gehen. Dies ist wieder angesichts der rational stets mitvollziehbaren Leistung unserer Logik und Mathematik so falsch wiederum nicht; und es legitimiert unsere logisch-deduktiven Operationen. Was uns jedoch diese Erwartung verschließt, das ist, wieder zum mindesten, das Vertrauen auf das Unumgängliche selbst der vagsten induktiven Operationen.³²⁾
- **5.** Dieses Kondensat eines Urteils über die Beschränktheit der beiden Lösungswege ist fast trivial. Beides sind notwendige, aber für sich nicht zureichende Operationen des Kenntnisgewinns. Erst zusammen münden sie in jenes iterative System induktiv-deduktiver Schraubenprozesse, auf welche die evolutionäre Erkenntnistheorie von Anbeginn allen Kenntnisgewinn zurückführte.³³⁾

³²⁾ Dies ist das Problem des kritischen Rationalismus, auch im Rahmen der Evolutionären Erkenntnistheorie, wie man es vor allem bei Popper 1935 und 1974 findet.

³³⁾ Man vergleiche dazu vor allem die Darstellungen von Oeser 1987 und 1988, Riedl 1979 und 1985, sowie Riedl und Wuketits 1987; ferner Lorenz 1973, Vollmer 1975 und Wuketits 1978.

Schon weniger trivial ist diese synthetische Lösung, wenn man sich erinnert, daß hier eine Zwei-Schichten-Theorie des vernünftigen Handelns vertreten wird; bestehend aus einer theriomorphen Ausstattung und einem kulturomorphen Überbau. Und daß erstere überwiegend im Hinblick auf Korrespondenzen mit der außersubjektiven Wirklichkeit selegiert wurde, letzt erer aber überwiegend im Hinblick auf die Kohärenzen zwischenmenschlicher Verständigung namentlich in unserer Kultur. Und daß zu alledem die sprachlichen, bewußten und deduktiven Leistungen sich in der linken Hirnhemisphäre zusammengefunden haben.

6. Wir Repräsentanten jener europäischen Sprachfamilie, die auf die griechische Semantik und Syntax zurückgeht, selbst wenn uns Kenntnis von Syllogismen, Mathematik und mathematischem Beweis eingebildet wurde, operieren – im vorliegenden Sinne – keineswegs rein rational.

Auch Persönlichkeiten, die sich für reine Rationalisten halten, können sich schon allein aus Bedingungen der Erhaltung ihrer physischen Existenz der induktiven Operationen nicht entwinden. Das gilt sogar innerhalb von Lösungsfindungen, welche eindeutig durch den rationalen Algorithmus prognostiziert werden können.

Ein Beispiel aus unseren experimentellen Daten kann dies illustrieren. Man erinnert sich, daß wir Professoren der Mathematik und Statistik aufforderten, über ihre Lösungen zu kommunizieren. Sie wurden wie üblich gebeten, nach jedem Ereignis zunächst ihre persönliche Neigung in die Matrix (vom Typ Abb. 25, S. 145) einzutragen, um sich im Anschluß mit fachlichen (mathematisch-deduktiven) Argumenten auf eine gemeinsame Lösung zu einigen und nicht einen Mittelwert der Ansichten zu bilden.

Die Protokolle ließen jedoch auszählen, daß über 60% aller Argumente von intuitiver, heuristisch-induktiver Art waren. So wurden Tricks vermutet oder Symmetrien (die gar nicht relevant sein können), in manchen Fällen solche, die gar nicht existierten, oder geometrische Reihen, die nach dem Algorithmus der Reihenbildung (Abb. 24, S. 144) nicht einmal vorgesehen sind. Erfindungskunst und das Schöpferische, wie der Hang, selbst in Zufallsreihen verborgene Gesetzlichkeit zu entdecken, blieben dominant, wiewohl die Herren die Aufgabe wahrscheinlichkeitstheoretisch anzufassen trachteten und sämtlich in die rationale Lösung einmündeten.

Auch mag man sich davon überzeugen, daß (wie Abb. 53, S. 182 zeigte) der gemeinsame Wert vom Mittelwert der Ansichten schließlich doch nicht abwich.

Diesem Mischverhalten entgegen zeigt die Erfahrung, daß wir Kulturmenschen in vielen Fällen einer der Lösungen den Vorzug geben; einer derselben mehr vertrauen. Die Rede von links- oder rechts-dominanten Persönlichkeiten scheint sich auch hier wieder zu rechtfertigen. Was schließlich zu den folgenreichen Konsequenzen führt, daß, wie wir mit Konrad Lorenz oft erörterten, die Links- und Rechts-Hemisphäriker den jeweils alternativen Lösungsfindungen des anderen sogar zutiefst mißtrauen. Offenbar, weil sie den eigenen Lösungsweg übergewichten oder den anderen nicht einmal mitzuvollziehen in der Lage sind.

Bezüge zur Psychologie und Neurologie

Unsere Theorie einer Zusammensetzung der Entscheidungsfindung des Menschen aus einer theriomorphen, ratiomorphen Grundlage und einem kulturomorphen, rationalen Überbau läßt Bezüge zur Testpsychologie und selbst zur Neurophysiologie des Gehirnes erwarten.

In beiden Gebieten haben wir mit Untersuchungen begonnen, über welche hier als Anhang und als Ausblick noch zu berichten bleibt.

Korrelate zur Intelligenz-Forschung

Man kann in der Test-Psychologie zwei Strömungen unterscheiden. In der einen wird versucht, ein generelles Maß für menschliche Intelligenz zu bestimmen; bekannt z. B. als Intelligenzquotient. In der anderen wird Intelligenz nach Komponenten, oder Formen der Begabung, differenziert betrachtet. In dieser geht es um die Bestimmung spezieller Leistungen unter der Annahme einer Zusammensetzung menschlichen Problemlöseverhaltens aus zwei oder mehreren, voneinander relativ unabhängigen Bedingungen.³⁴⁾

Daraus ergibt sich die Frage, ob die von uns gefundene Teilung in zweierlei Haltungen und Problemlösungsweisen eine Korrelation zu den Forschungs-Ergebnissen in der differenzierenden Testpsychologie erkennen läßt. Dabei bieten sich vor allem drei Betrachtungs-

weisen und Schulen der Intelligenzforschung dem Vergleiche an.

1. Die Gliederung nach 'fluid' und 'crystallized' intelligence. Nach dieser Auffassung, die im wesentlichen auf R. Cattell zurückgeht, sind zwei umfassende Faktoren zu unterscheiden. Die 'flüssige' sei als angelegt (ererbt?) zu betrachten, in welcher die individuellen Unterschiede der Lernerfahrung kaum eine Rolle spielen. Die 'kristallisierte' sei dagegen die vorwiegend kulturell erworbene Urteilsfähigkeit.

Bis zu einem gewissen Grade kann erwartet werden, daß die angelegte der ratiomorphen Leistung, die kulturell erworbene der rationalen entsprechen wird, wiewohl die Trennun-

gen doch etwas anders liegen.

2. Das Strukturmodell nach Guilford besticht durch seine vier- bis sechstufige Differenzierung jeweils nach den Produkten, den Inhalten und den Operationen einer Leistung. Die Produkte reichen von der Herstellung von Einheiten bis zu Implikationen (Abb. 55, S. 187), die Inhalte von den figuralen bis zu den semantisch und verhaltensmäßigen (man könnte auch syntaktisch und logisch erwarten), die Operationen von der Kognition (im Sinne von Wahrnehmung) bis zu den Bewertungen. Die Entwicklungsrichtung ist von mir mit dieser Differenzierung angelegt.

Zieht man gewissermaßen die Diagonale durch die 120 möglichen Leistungsformen, die im Würfel zu erwarten sind, so findet man am Anfang und am Ende der von mir gedeuteten Entwicklung die 'Wahrnehmung gestaltlicher Einheiten' gegenüber der 'Bewertung logischer Implikationen'. Und diese weit auseinanderliegenden Leistungen (vgl. nochmals

³⁴⁾ Allgemeine Einführung und Übersicht gewinnt man aus den Bänden von Hofstätter (1966), Roth, Oswald und Daumenlang (1980) und Klix (1976). Man beachte vor allem die sogenannten Mehrfaktoren-Theorien.

Abb. 55) könnten sehr wohl mit dem korrelieren, was unser Test als ratiomorph versus rational auseinanderlegt.

Unsere Voruntersuchungen zeigen eine schwache Korrelation. Wobei allerdings auch die entsprechend empfohlenen Tests für Gestaltwahrnehmung versus für Bildung logischer Konsequenzen die untersuchten Populationen auch nur schwach differenzieren.

3. Schließlich können die hierarchischen Modelle von Belang sein. Die Reihenfolge und Voraussetzungshaftigkeit der Leistungen, wie sie beispielsweise Gagné ins Auge faßt, reicht von der Wahrnehmung und der Herstellung von Verbindungen und Sequenzen über die Auffassung von Unterschieden und die Verfügbarkeit von Begriffen zu jener von Regeln.

Auch diese Reihe zeichnet damit einen Weg von der Wahrnehmung von gestaltlichen Sequenzen zur Reflexion von Regeln und kann mit unserem Gliederungsprinzip in Beziehung stehen.³⁵⁾

Aber schon in den drei genannten Fällen sind die gedachten Schnitte durch die Komplexität menschlicher Leistungen verschieden. Kein Zweifel zwar, daß eine Gliederung der Intelligenz existiert und Beziehung zu deren Geschichte haben wird. Aber erst ein Vergleich aller Zugänge wird uns den Schichtenbau der menschlichen Intelligenz besser verstehen lassen.

Korrelate zur Physiologie des Gehirns

Im Rahmen der Erforschung der Hirnaktivität durch Elektroencephalogramme (EEG) haben Ergebnisse mit Ableitungen langsamer, corticaler Potentiale, auch negative Gleichspannungspotentiale (DC-ähnlicher Potentiale) eine besondere Bedeutung gewonnen.

Diese Methode erlaubt eine räumlich gute und zeitlich ausgezeichnete Aufzeichnung der Aktivitätsunterschiede in den Hemisphären (Lateralisation), sowie der einzelnen Areale des Gehirns bei höheren kognitiven Tätigkeiten.³⁶⁾

In unseren Untersuchungen wurden zwanzig Vpn, Biologie- und Mathematikstudenten, mit den beschriebenen und standardisierten Problemsituationen konfrontiert, allerdings einzeln, und die Zeichenreihen wurden über einen Monitor entwickelt. Zudem wurden den Vpn elf Elektroden an der Kopfhaut appliziert, deren Positionen der Abbildung 56 (S. 188) zu entnehmen sind. Dabei kamen vor allem die frontalen und temporo-parietalen Meßergebnisse zur getrennten Auswertung.³⁷⁾

1. Gemittelt über alle Vpn und Versuche zeigte sich während der Entscheidungsfindung zum 3. und 4. Ereignis eine deutlich steigende Negativität der Werte in der Ableitung, wie man dies als Zunahme der Hirnaktivität deutet; eine Zunahme vor allem in der Gegend des Frontallappens der rechten Hemisphäre.

³⁵⁾ Schlüsselwerke zu diesem Thema sind von CATTEL schon 1963, von GUILFORD 1967 und von GAGNÉ 1970 herausgegeben worden. Unsere Voruntersuchungen befaßten Mathematikstudenten mit der Aufgabe wie in Abb. 52, S. 181 und fünf Tests nach der GUILFORD-Anleitung.

³⁶⁾ Zur Übersicht der Hemisphären-Spezialisierung orientiere man sich z. B. in Gazzaniga und LeDoux (1978), in Kolb und Whishaw (1980), sowie, leichter zugänglich, in Springer und Deutsch (1987).

³⁷⁾ Die Einzelheiten der Versuchsabläufe und der Ergebnisse bei Lalouschek, Lang, Deecke und Riedl (1992), weiteres zur Methode auf diesem Gebiete bei Trimmel (1990). Einzelnes z. B. bei Lang et al. (1987). Ruchkin et al. (1988), Rösler et al. (1990) und Uhl et al. (1990).

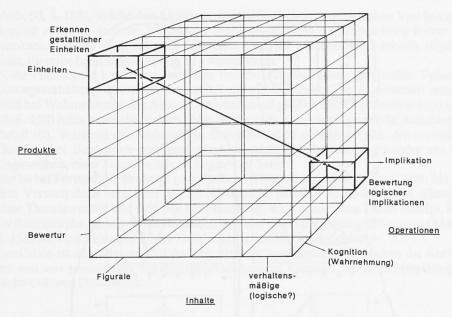


Abb. 55: Korrelation zur Differenzierung der Begabung nach dem Strukturmodell von Guilford; bezogen auf Produkte, Inhalte und Operationen intelligenten Verhaltens. Die von mir als diametral ausgewiesenen Leistungen, das 'Erkennen gestaltlicher Einheiten' versus der 'Bewertung logischer Implikationen', können sich den von uns unterschiedenen ratiomorphen versus rationalen Verhaltensweisen als ähnlicher erweisen (nach Roth, Oswald und Daumenlang 1980, man vgl. Guilford 1967).

Diese Gegend der Hirnrinde ist mit assoziativen Aufgaben befaßt, und die Urteilsfindung bei den Positionen 3 und 4 ist dabei jene, bei welcher die Urteile fast aller Vpn noch um den Wert 0,5 pendeln oder ihn gerade verlassen, diese also kennzeichnenderweise um eine erste Entscheidung ringen.

2. Ein Vergleich der Hirnaktivität über die Darbietung aller Reihen-Experimente zeigt Unterschiede zwischen den Typen der Vpn; sortiert nach ihrer Entscheidungsfindung in ratiomorphe beziehungsweise rationale Haltungen. Bei der Konfrontation mit Gesetzesreihen zeigte sich dabei kein signifikanter Unterschied der beiden Typen, bei den Zufallsreihen hingegen zeigten die ratiomorphen Typen eine deutlich höhere Aktivität im temporoparietalen Bereich beider Hemisphären.

Diese höhere Negativierung (Aktivierung) korreliert gut mit der größeren Unsicherheit des ratiomorphen Verhaltens bei Zufallsreihen. Wie dies auch unsere Algorithmen beschreiben, wird im Vergleich zum rationalen Typ (Abb. 35, S. 159) je nach Gedächtnis und Aufmerksamkeit ja noch lange (Abb. 41, S. 168) und schwankend nach einer Gesetzlichkeit gesucht.

3. Besonders aufschlußreich ist die Differenzierung der Hirnaktivität wieder bei den Problem-Reihen, weil diese eben nicht einfach zu beurteilen sind und damit das rationale vom ratiomorphen Verhalten gut unterscheiden lassen. Mittelt man alle Problemreihen so, daß die Problem-Situationen (die Stellen der Abweichung vom vermuteten Regelmaß) zur Deckung kommen (Position 4 in Abb. 56), so ergibt sich auch neurophysiologisch eine deutliche Differenzierung.

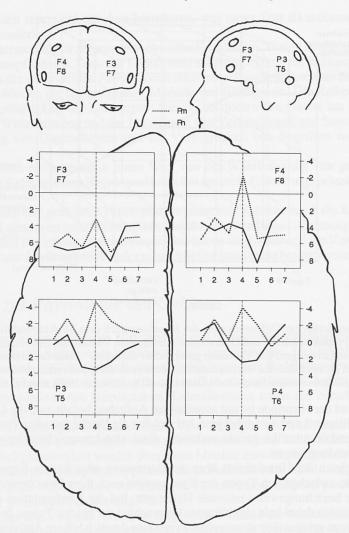


Abb. 56: Korrelationen zur Aktivität in den Cortexregionen, hier am Beispiel der Beteiligung der linken (Elektroden F7, F3) und rechten Frontalregion (F8, F4) und der linken (T5, P3) und rechten Temporo-Parietalregion (T6, P4), zum Zeitpunkt (4) des Auftretens der Abweichung im Sequenz-Typ unbestimmten Ursprungs (wie in Abb. 33 u. 36, S. 158 u. 160). Man erkennt an dieser Stelle eine Aktivitätszunahme (höhere Negativierung) bei den Vpn mit ratiomorpher Lösung (gestrichelt), namentlich im Frontalgebiet der rechten Hemisphäre, dagegen eine Abnahme bei Vpn mit rationaler Lösung (durchgezogene Kurven). Zusammenstellung der Daten von W. Lalouschek (vgl. Lalouschek, Lang, Deecke und Riedl 1992).

Beim ratiomorphen Typ steigt die Hirnaktivität zur Zeit der Problemsituation deutlich an, während sie beim rationalen sogar zu sinken scheint. Das gilt im temporo-parietale Bereich für beide Hemisphären. Im frontalen Bereich ist es dagegen wieder die rechte Hemisphäre

(Abb. 56, S. 188), welche den Aktivierungs-Anstieg bei den ratiomorphen Vpn besonders deutlich zeigt. Im weiteren Verlauf der Problemserie nach der Abweichung konnte man erkennen, daß im Vergleich zum rationalen Typ, bei welchem die Aktivität allgemein sinkt, dieselbe beim ratiomorphen Typ weiter steigt.

Beide Phänomene korrelieren mit dem Entscheidungsverhalten der beiden Typen des Lösungsverhaltens. Beim ratiomorphen Typ, wie das wieder der Algorithmus abbildet, sinkt bei Wahrnehmung der Abweichung das Urteil gegen volle Ungewißheit (0,5) (Abb. 33, S. 158) beim rationalen jedoch (Abb. 36, S. 160) weitgehend gegen die Annahme von Zufall (0). Während der Rationale in dieser Situation nahezu aufgibt, die entwickelte Theorie über Bord wirft oder ganz wechselt, steht der Ratiomorphe wieder vor einer Ungewißheit, einer Situation wie zu Beginn der Serie.

Das ist bei Fortsetzung der Serie ganz ähnlich. Während der rationale Typ (Abb. 36) nach dem Versuch doch noch eine längere Subsequenz bestätigt zu finden sucht, allmählich diese Theorie verläßt und sich, wie bei Ermüdung, doch wieder dem Zufall zuneigt, bleibt der Ratiomorphe je nach Aufmerksamkeit tätig und ringt über die langen Strecken (Abb. 33, S. 158) um Bestätigungen seiner Theorie herrschender Gesetzlichkeit.

Zweifellos ist dies alles erst ein Anfang; aber nur zu offensichtlich reichen die Korrelate der von uns postulierten Schichtenstruktur unserer Vernunft bis in die physiologisch nachweisbaren Phänomene.

Schlüssel zu den Symbolen

Kleinbuchstaben bezeichnen objektive Größen und Annahmen in den Algorithmen (e,k,l, m, n, r, s, <s>, w) und die gegebenen Alternativen (d, d', i, i').

Großbuchstaben bezeichnen subjektive Wahrnehmungen (A, B, E, R, S), Neigungen (D,I), Vertrauensgrade (C) und empirisch bestimmte Leistungen der Vpn (L, M). Nur *Wahrscheinlichkeit* (P) belassen wir in der gewohnten Schreibung.

Bedeutungen für ratiomorphe und für rationale Haltungen und Algorithmen:

ratiomorph	rational	dem versuch doch gottle eine ausgere oursequene besituige au and Aleas Thevers usefalle and eleb wie bei Terinfilmen diven wieder dam
-00 ddA) ns	A, B	Einheiten und Untereinheiten, S. 152
C	- 1938	Vertrauens- oder Confidentgrad einer Erwartung, S. 148
d'	b_rortofoa	Alternative der Determinations-Erwartung, S. 148
d		d' adaptiert auf den Zufallseffekt, S. 150
D	D	Neigungen bzw. Hypothese zur Determinations-Lösung, S. 148, 152
e	-/-	Ereignisse einer Serie, S. 148
E	_	Anzahl der enttäuschten Determinations-Erwartungen, S. 148
E"	_	Anzahl der enttäuschten Zufalls-Erwartungen, S. 148
E'	- 31	E" adaptiert auf den Zufallseffekt, S. 149
i'	-	Alternative der Indeterminations- oder Zufalls-Erwartung, S. 148
i	_	i' adaptiert auf den Zufallseffekt, S. 150
I	I	Neigung bzw. Hypothese zur Indeterminations-Lösung, S. 148, 152
k	-	Skalierungs-Konstanten, S. 155
1	-	angenommene Gedächtnis-Länge (in e), S. 154
L	-	Empirie der Gedächtnis-Länge (in e), S. 154
m	-	angenommene Gedächtnis-Verluste (pro e), S. 154
M	-	Empirie der Gedächtnis-Verluste (pro e), S. 154
n	n	Anzahl der dargebotenen Ereignisse, S. 148, 153
_	P	Wahrscheinlichkeit, S. 152
-	QID	Serie determinierter Ereignisse, S. 152
-	QII	Serie indeterminierter Ereignisse, S. 152
r	r	gegebenes Repertoire an Zeichen, S. 149, 152
R	R	vermutetes Zeichenrepertoire, S. 149, 152
S	S	gegebene Subsequenz in einer Serie, S. 150
S	S	vermutete Subsequenz in einer Serie, S. 150, 153
-	<s></s>	Verteilung einer mittleren Subsequenzlänge, S. 153
-	<s></s>	Verteilung der vermuteten mittleren Subsequenzlänge, S. 153
w	-	Wägung unter Determinations-Erwartung, S. 155
w'	_	Wägung unter Indeterminations-Erwartung, S. 155

- ACKERMANN, G., 1984: Diskrimination von Zufall und Gesetz. Wien: Diss. Univ. Wien.
- Ackermann, G., 1988: Realität, Wahrscheinlichkeit und Statistik. In: E. Oeser und E. M. Bonet (Hrsg.): Das Realismusproblem Wiener Studien zur Wissenschaftstheorie 2: 159-167. Wien: Österr. Staatsdruckerei.
- Albert, B., D. Bray, I. Lewis, M. Raff, K. Roberts and I. Watron, 1983: Molecular Biology of the cell. New York-London: Garland.
- Alkon, L. D., and J. Farley (eds.), 1984: Primary neural substrates of learning and behavioral change. Cambridge-London-New York-New Rochelle-Melbourne-Sydney: Cambridge Univ. Press.
- Anderson, J. R., 1980: Cognitive Psychology and its implications. San Francisco: Freeman. Anderson, J. R., 1988: Kognitive Psychologie. Heidelberg: Spektrum d. Wissenschaft Verl. (engl. 1980): New York-Oxford: W. H. Freeman and Company.
- Anderson, J. R., and G. Bower, 1973: Human associative memory. Washington D. C.:Winston.
- Angermeier, W. F., 1972: Kontrolle des Verhaltens; das Lernen am Erfolg. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- ANGERMEIER, W. F., und M. PETERS, 1973: Bedingte Reaktionen. Heidelberg: Springer.
- APEL, K., 1975: Der Denkweg von Charles Sanders Peirce. Eine Einführung in den amerik. Pragmatismus. Frankfurt: Suhrkamp.
- Barlow, H., 1953: Summation and inhibition in the frog's retina. J. Physiol. 119: 56-58.
- BAYES, T., 1763: Essay towards solving a problem in the doctrine of chances. Neudruck 1958. Biometrika 45: 293-315.
- Behrend, E. R., and M. E. Bittermann, 1964: Effect of partial reinforcement on the extinction of a classically conditioned response in the goldfish. J. of Comp. and Physiol. Psychol. 58: 359-366.
- Bernoulli, I., 1713: Ars Conjectandi. Deutsch von R. Hausner 1899: Wahrscheinlichkeitsrechnung. Leipzig: Engelmann.
- Bertalanffy, L. v., 1968: General system theory; foundations, development, application. New York: Braziller.
- Blanshard, B., 1939: The Nature of Thougt (2). London: G. Allen & Unwin.
- Bischof, N., 1980: Aristoteles, Galilei, Kurt Lewin und die Folgen. Vorabdruck aus Michaelis, W. (Hrsg.): Bericht über den 32. Kongreß d. Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Zürich-Göttingen: Verlag für Psychologie.
- Bonet, E.-M., 1991: Bewußtseinsentwicklung und magisches Denken. In: Guttmann, G., und G. Langer (Hrsg.): Das Bewußtsein. Multidisziplinäre Entwürfe. Wiener Beiträge zur Wiss. Theorie 4 Wien-New York: Springer: 331–351.
- Bower, G. H., und Hilgard, E. R., 1983/84: Theorien des Lernens I/II. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bradly, F., 1914: Essays on truth and reality. Oxford: Clarendon Press.
- Bredenkamp, I., 1977: Gedächtnis. In: Herrmann, Hofstätter, Huber und Weinert (Hrsg.): Handbuch psychologischer Grundbegriffe. München: Kösel: 143-155.

- Brehmer, B., 1980: 'In one word: not from experience'. Acta Psychologica 45: 223-241.
- Bresch, C., und R. Hausmann, ²1970: Klassische und molekulare Genetik. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- Brink, A., 1972: Der Weg zur Warmblütigkeit. In: Grzimeks Tierleben; Ergänzungsband. Entwicklungsgeschichte der Lebewesen. 252-262. Zürich: Kindler.
- Brunswik, E., 1939: Probability as a determiner of rat behavior. J. exp. Psychol. 25: 175-197.
- Brunswik, E., 1955: 'Ratiomorphic' models of perception and thinking. Acta psychol. 11: 108-109.
- Burkhardt, D., und W. Schleidt (Hrsg.), 1966: Signale in der Tierwelt. Vom Vorsprung der Natur. München: Heinz Moos.
- Calvin, M., 1969: Chemical evolution; molecular evolution towards the origin of living systems on the earth and elsewhere. Oxford: Calderon Press.
- Campbell, D., 1966: Pattern matching as an essential in distal knowing. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Capaldi, E. J., 1966: Partial reinforcement: a hypothesis of sequential effect. Psychological Review 6: 217-229.
- Capaldi, E. J., 1967: A sequential hypothesis of instrumental learning. In: Spence, K. W. und J. T. Spence (eds.). The psychology of learning and motivation (1). New York: Academic Press.
- Capaldi, E. J., 1981: Serial order anticipation learning in rats: Memory for multiple hedonic events and their order. Animal Learning and Behavior 9 (4): 441-453.
- Capaldi, E. J., D. R. Verry, T. M. Nawrocki and D. J. Miller, 1984: Serial learning, inter item associations, phrasing cues, interference, overshadowing, chuncking, memory and extinction. Animal Learning and Behavior 12 (1): 7-20.
- Capaldi, E. J., and D. J. Miller, 1988: Counting in rats: its functional significance and the independent cognitive process that constitute it. J. of Exper. Psychol.: Animal Behavior Processes 14 (1): 3-17.
- CAPELLE, W., 1988: Die Vorsokratiker. Stuttgart: Kröner.
- CARNAP, R., ²1961: Der logische Aufbau der Welt. Hamburg: Felix Meiner.
- CATELL, R. B., 1963: Theory of fluid and chrystallized intelligence. A critical experiment. J. Ed. Psychol. 54: 1–22.
- Chang Tung-Sun, 1952: A chinese philosopher's theory of knowledge. A Review of General Semantics 9: 203-226.
- Chapman, L., and I. Chapman, 1959: Atmosphere effect re-examined. J. Exper. Psychol. 58: 220-226.
- CHOMSKY, N., 1959: Review of Skinner's verbal behavior. Language 3: 26-58.
- Сномsку, N., 1972: Language and mind. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- COWLEY, G., 1988: The wisdom of animals. News week, May 23: 38-44.
- Crawford, M., 1937: The cooperative solving of problems by young chimpanzees. Comp. Psychol. Monogr. 14 (2).
- Dancoff, S, and H. Quastler, 1953: The information content and error rate of living things. In: Quastler, H. (ed.): Information theory in biology. Urbana: Univ. Illinois Press: 263-273.

DARWIN, C., 1858: The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. London: Murray.

- DARWIN, C., 1873): Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation (aus dem Englischen von I. Carus). 2 Bde. Stuttgart: Schweizerbart.
- Darwin, C., and A. Wallace, 1858: On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. Journal of Linnean Society: London.
- DAVIS, H., and I. MEMMOTT, 1982): Counting behavior in animals: A critical evaluation. Psychol. Bull., **92** (3): 547-571.
- Deloache, J. S., 1987): Rapid change in the symbolic functioning of very young children. Science 288: 1556-1557.
- Dennis, I., J. A. Hampton and S. E. Lea, 1973: New problems in concept formation. Nature 234: 101-102.
- Derks, P. H., 1963: Effect of run length on the 'gambler's fallacy'. J. Exper. Psychol. 65: 213-214.
- Derks, P., and M. Paclisanu, 1967: Simple strategies in binary predictions by children and adults. J. of Exper. Psychol. 73 (3): 278-285.
- DÖRNER, D., 1973: Illegal thinking. In: Elithorn, A., und D. Jones (eds.): Artificial and human thinking. Amsterdam-London-New York: Elsevier.
- Dreher, E., 1981: Der Traum als Erlebnis. München: Vahlen.
- DUMONT, I., and R. Robertson, 1986: Neuronal circuits: An evolutionary perspective. Science 293: 849-853.
- DURANT, W., 1953: The pleasures of philosophy. An attempt at a consistant philosophy of life. New York: Simon and Schuster.
- DURANT, W., und A. DURANT, ²1960: Kulturgeschichte d. Menschheit (32 Bde.). Lausanne: Rencontre.
- Ebbinghaus, H., 1885: Über das Gedächtnis. Leipzig: Duncker und Humblot. (1971): Darmstadt, Wiss. Buchgesellschaft.
- EHRENFELS, C., 1890: Über Gestaltsqualitäten. Vierteljahresschrift f. Wiss. Philosophie 14: 249-292.
- Eibl-Eibesfeldt, I.,: 1967, ⁵1978, Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung. München-Zürich: Piper.
- Eibl-Eibesfeldt, I., 1972: Die !Ko-Buschmanngesellschaft: Gruppenbildung und Aggressionskontrolle. Monographien zur Humanethologie. München: Piper.
- Eibl-Eibesfeldt, I., 1973: Der vorprogrammierte Mensch. Das Ererbte als bestimmender Faktor im menschlichen Verhalten. Wien: Molden. (21976): München: dtv 4177.
- Eibl-Eibesfeldt, I., 1976: Menschenforschung auf neuen Wegen. Wien: Molden.
- Eibl-Eibesfeldt, I., 1984: Die Biologie des menschlichen Verhaltens. Grundriß der Humanethologie. München-Zürich: Piper.
- ENGELS, E. M., 1989: Erkenntnis als Anpassung? Eine Studie zur Evolutionären Erkenntnistheorie. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- EPPLE, A., 1982: Functional principles of vertebrate endocrine systems. Verband Dtsch. Zool. Ges. 1982: 117-126.
- EWERT, J. P., 1976: Neuro-Ethologie. Einführung in die neurophysiologischen Grundlagen des Verhaltens. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

Eysenck, H., 1980: Intelligenz - Struktur und Messung. Berlin-Heidelberg: Springer.

Field, H., 1976: Tarskis Theorie der Wahrheit. In: Sukale, M. (Hrsg.). Moderne Sprachphilosophie. Hamburg: Felix Meiner

FINETTI, B. DE, 1937: La prévision: ses lois logiques, ses sources subjectives. Annales de l'Inst.

H. Poincaré, 7: 1-68.

FISCHER, E. P., 1987: Sowohl als auch. Hamburg-Zürich: Rasch und Röhring.

FLAVELL, I., 1979: Kognitive Entwicklung. Stuttgart: Klett-Cotta.

FOPPA, K., 91975: Lernen, Gedächtnis, Verhalten. Köln-Berlin: Kiepenheuer und Witsch.

Frege, G., 1879: Begriffsschrift: Neuausgabe (1971). Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft. (21979). Frege-Konferenz Jenaer (Hrsg.) – Jenaer Frege Konferenz. Veröffentl. d. Friedrich-Schiller-Universität: Jena.

Freytag-Löringhoff, B. von, 1955: Logik. Ihr System und ihr Verhältnis zur Logistik. Stuttgart-Köln: Kohlhammer

Frisch, K. v., 1977: Aus dem Leben der Bienen. Heidelberg-New York: Springer.

Führer, T., 1990: Erlernen rhythmischer Bewegungsmuster beim Weißbüscheläffchen (Callithrix jacchus jacchus). Diss. an der Nat. Wiss. Fakul., Univ. Wien.

Fuitta, T., S. Kobayashi, R. Yui and T. Iwanaga, 1990: Evolution of neurons and paraneurons. In: Hshii, S., et al. (eds.). Hormons, Adaptation and Evolution 35-43. Tokyo: Japan Sci. Soc. Press. Berlin: Springer.

Fullard, W., and A. M. Rieling, 1976: An investigation of Lorenz' baby babyness. Child Development 47: 1191-1193.

GAGNE, R. M., ²1970: The conditions of learning. New York-Sidney-Toronto.

Garcia, J., Y. Garcia and R. Robertson, 1984: Evolution of learning mechanisms. Manuscript for masterlecture at APA convention.

GAZZANIGA, M. and J. LE DOUX, 1978: The integrated mind. New York: Plenum Press.

GIPPER, M., ²1969: Bausteine zur Sprachinhaltsforschung. Neue Sprachbetrachtung im Austausch mit Geistes- und Naturwissenschaft. Düsseldorf: Schwann.

GIPPER, H., 1972: Gibt es ein sprachliches Relativitätsprinzip? Untersuchungen zur Sapir-Whorf-Hypothese. Stuttgart: G. Fischer.

GOETHE, W. v., 1795: Erster Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie, 5-78. (II. Weimarer Ausgabe). Weimar: Böhlau.

GOTTFRIED, M., 1991: Strategienbildung in der Mustererkennung durch Tauben. Diplomarbeit, Nat. Wiss. Fak., Universität Wien.

Granger, R. H., and J. C. Schlimmer, 1986: The computation of contingency in classical conditioning. The Psychol. of Learning and Motivation **20**: 137-192.

Grant, D. A., H. W. Hake and J. P. Hornseth, 1951: Acquisition and extinction of a verbal conditioned response with differing percentages of reinforcement. J. of Exper. Psychol. 42 (1): 1-6.

Grant, D. A., and L. M. Schipper, 1952: The acquisition and extinction of conditioned eyelid responses as a function of the percentage of fixed-ratio random reinforcement. J. Exper. Psychol. 44: 203-210.

GRIFFIN, D. R., 1976, 1981: The Question of animal awareness. New York: The Rockefeller Univ. Press (Los Altos/California, William Kaufmann Inc.).

GRUSSER-CORNEHLS, V., O. J. GRUSSER and T. H. BULLOCK, 1963: Unit responses in the frog's tectum to moving and non-moving visual stimuli. Science 141: 820–822.

- GUILFORD, J. R., 1967: The natur of human intelligence. New York.
- GUTTMANN, G., 1972: Einführung in die Neuropsychologie. Bern-Stuttgart-Wien: Huber.
- GUTTMANN, G., und C. Langer (Hrsg.), 1990: Das Bewußtsein und seine Umwelt. Wiener Studien zur Wissenschaftstheorie 4. Wien: Österr. Staatsdruckerei.
- HABERMAS, J., 1973: Erkenntnis und Interesse, m. e. neuen Nachw. Frankfurt: Suhrkamp. HABERMAS, J., 1973a: Wahrheitstheorien. In: Wirklichkeit und Reflexion. W. Schulz zum 60. Geburtstag. Pfullingen: Neske: 211–265.
- HABERMAN, T. F., and D. A. Guzut, 1960: Effects of intermittent reinforcement on acquisition, extinction and spontaneous recovery of the conditioned eyelid response. J. Exper. Psychol. **60**: 89–96.
- HARTMANN, T. and D. Grant, 1960: Effect of intermittnet reinforcement on acquisation, extinction, and spontaneous recovery of the conditioned eyelid response. J. Eaxp. Psych. **60** (2): 89–96.
- Hassenstein, B., 1980: Instinkt, Lernen, Spielen, Einsicht. Einführung in die Verhaltensbiologie. München: Piper.
- HASSENSTEIN, B., 1982: Erbgut, Umwelt, Intelligenzquotient und deren mathematischlogische Beziehungen. Zeitschr. f. Psychol. 190: 345–365.
- Hassenstein, B., 1988: Klugheit. Bausteine zu einer Naturgeschichte der Intelligenz. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt.
- Hediger, H., 1947: Ist das tierische Bewußtsein unerforschbar? Behaviour 1: 130–137.
- HEDIGER, H., 1980: Tiere verstehen. München: Kindler.
- HEMPEL, C., und P. OPPENHEIM, 1948: Studies in the logic of explanation. Philosophy of Sciences 15: 135–175.
- Henning, M., 1977: »Zähl«-Vermögen bei Blennius pavo Rissso (Bleniidae, Perciformes). Zool. Anz. Jena **199** (1/2): 1–18.
- Hentig, H. v., 1973: Erbliche Umwelt Oder Begabung zwischen Wissenschaft und Politik. In: Skoworonek, H. (ed.), Umwelt und Begabung. Stuttgart: Klett.
- HERKNER, W., ²1981: Einführung in die Sozialpsychologie. Bern-Stuttgart-Wien: Huber. HERRNSTEIN, R., 1984: Objects, categories, and discriminative stimuli. In: Roitblat, H., T.
- Bever, and H. Terrace: Animal cognition. Hillsdale (New Jersey)-London: Erlbaum. Hinrichsen, R., and I. Schultz, 1988: Paramecium: a model system for the study of
- HINRICHSEN, R., and I. SCHULTZ, 1988: Paramecium: a model system for the study of excitable cells. TINS (Trends in neurosciences) 11 (1): 27–32.
- HINTIKKA, I., 1968: Induction by enumeration and induction by elimination. In: Lakatos, I. (ed.): The problem of inductive logic. Amsterdam: N.-Holl. Publ. Comp.
- HINTIKKA, I., 1972: Unknown probabilities, bayesianism and de Finetti's representation theorem. Boston Studies in the Philosophy of Sciences VIII: 325–341.
- Hodos, W., and C. Campbell, 1969): Why there is no theory in comparative psychology. Amer. Psychol. Assoc. **76** (4): 337–348.
- HOFFMEISTER, J., ²1955: Wörterbuch der philosophischen Begriffe. Hamburg: Felix Meiner.
- HUBEL, D., and T. WIESEL, 1962: Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. J. Psychol. London 160: 106–154.
- HUBER, L., 1988: Die bedingte Reaktion im Lichte der Evolutionären Erkenntnistheorie. Diplomarbeit, Nat. Wiss. Fak., Universität Wien.

Huber, L., 1991: Gestalten, Konzepte und nonverbale Begriffe. Eine vergleichende Untersuchung täubischer und menschlicher Kategorisierung. Dissertation, Nat. Wiss. Fak., Universität Wien.

HÜCKSTEDT, B., 1965: Experimentelle Untersuchungen zum 'Kindchenschema'. Zeitschr. für exper. und angewandte Psychol. 12: 421–450.

Hume, D., 1739/40: Treatise on human nature (3 Vol.). Philosophical essays concerning human understanding 1748), später als: An enquiry concerning human understanding. (Mit dt.-engl. u. engl.-dt. Begriffsregister. Berlin: Akademieverlag 1965 XLI. Raoul Richter (Hrsg.): Hamburg: Felix Meiner 1973).

Hume, D., 1749: Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand. Neuausgabe (1967):

Stuttgart: Reclam.

HUMPHREYS, L. B., 1939: The effect of random alteration of reinforcement on the acquisition and extinction of conditioned responses. J. exper. Psychol. 25: 141–158.

HUNT, M., ²1984: Das Universum in uns. Neues Wissen vom menschlichen Denken. München-Zürich: Piper.

Hu Shih, ²1963: The development of the logical method in ancient China. New York: Pergamon Press.

Jenkins, W. O., and J. C. Stanley, 1950: Partial reinforcement: a review and critique. Psychol. Bull., 47: 193:234.

Kahneman, D., and A. Tversky, 1973: On the psychology of prediction. Psychol. Review, 80: 237–251.

Keller, O. H., 1984: Das Zählen als angeborene Verhaltensweise. Sitzungsber. d. Sächs. Akad. d. Wiss., Leipzig; Math.-naturwiss. Klasse 117 (5): 1–36.

KLAYMAN, I., 1984: Learning from feedback in probabilistic environments. Acta Psychologica **56**: 81–92.

KLIX, F., 1980: Erwachendes Denken. Eine Entwicklungsgeschichte der menschlichen Intelligenz. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Koch, H., 1973: Der Sozialdarwinismus. Seine Grenze und sein Einfluß auf das imperialistische Denken. München: C. H. Beck.

Köhler, W., 1921: Intelligenzprüfungen an Menschenaffen. New York-Berlin: Springer.

Köhler, O., 1952: Vom unbenannten Denken. Zool. Anz. Suppl., 16: 202-211.

Kohts, N., 1935: Infant ape and human child (instincts, emotions, play, habits). Sci. Mem. Mus. Darwinianum 3.

Kolb, B. and I. Whishaw, 1980: Fundamentals of human neuropsychology. San Francisco: Freeman.

Kolmogorov, A., 1933: Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Ergebnisse der Mathematik. Berlin: Springer.

Kraus, O., 1968: Isolationsmechanismen und Genitalstrukturen bei wirbellosen Tieren. Zoolog. Anzeiger, 171: 22–38.

Kreiser, L., S. Gottwald, und W. Stelzner (Hrsg.), 1988: Nichtklassische Logik. Eine Einführung. Berlin: Akademieverlag.

Kuhn, T., 1967: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt: Suhrkamp.

Kutschera, F. v., 1972: Wissenschafts-Theorie, Bd. I und II. München: Fink.

Lalouschek, W., W. Lang, L. Deecke and R. Riedl, 1982: Slow potential shifts when deciding upon randomness and regularity of binary sequences. J. Psychophys. (submitted).

Lang, M., W. Lang, F. Uhl, A. Kornhuber and H. Kornhuber, 1987: Slow negative potential shifts indicating verbal cognitive learning in a concept formation task. Human Neurobiol. 6: 183–190.

LAKATOS, I., 1968: Changes in the problem of inductive logic. In: Lakatos, I., The problem of inductive logic. Amsterdam: N. - Holl. Publ. Comp.

LAPLACE, R. DE, 1840: Essai philosophique sur les probabilités. Paris: Bachelier.

LENNEBERG, E., 1972: Biologische Grundlagen der Sprache. Frankfurt/M.: Suhrkamp.

Levi-Strauss, C., ²1973: Das wilde Denken, Frankfurt/Main: Suhrkamp.

LÉVY-BRUHL, L., 1959: Die geistige Welt der Primitiven. Düsseldorf-Köln: Diederichs.

Lindley, D., 1965: Introduction to probability and statistics; from a Bayesian viewpoint (2. Vol.). Cambridge: Univ. Press.

LINDSAY, P. H., und D. A. NORMAN, ²1981: Einführung in die Psychologie: Informationsaufnahme und -verarbeitung beim Menschen. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

Longenecker, E. D., I. Krauskopf and M. E. Bitterman, 1952: Extinction following alternating and random partial reinforcement. American J. of Psychol. 65: 580–587.

LOPES, L., 1982: Doing the impossible: A note on induction and the experience of randomness. J. Exp. Psychol. 8: 626–636.

LOPES, L., and C. ODEN, 1987: Distinguishing between random and nonrandom events. J. of Exper. Psychol. 13 (3): 392–400.

LORENZ, K., 1935: Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. J. Ornithol. **83**: 137–213, 289–413.

Lorenz, K., 1937: Über den Begriff der Instinkthandlung. Folia biotheoretica, **B2**, Instinctus, 17–50.

LORENZ, K., 1943: Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. Zeitschrift für Tierpsychologie 5: 235–409.

LORENZ, K., 1963: Haben Tiere ein subjektives Erleben? Jahrbuch der Techn. Hochschule München (21965) In: Über tierisches und menschliches Verhalten, Band II. München: Piper: 359–374).

LORENZ, K., 1965: Über tierisches und menschliches Verhalten, 2 Bde. München: Piper.

LORENZ, K., 1973: Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München-Zürich: Piper.

Lorenz, K., 1978: Vergleichende Verhaltensforschung. Grundlagen der Ethologie. Wien-New York: Springer.

LORENZ, K., 1983: Der Abbau der Menschlichen. München-Zürich: Piper.

Lüer, G., 1977: Denken und Problemlösen. In: Hermann et al.: Handbuch psychologischer Grundbegriffe. München: Kösel, 92–101.

Luria, A., 1976: The mind of a mnemonist. Chicago: Regnery.

Mach, E., 1905: Erkenntnis und Irrtum. Leipzig: J. A. Barth.

Mackintosh, N. J., 1974: The psychology of animal learning. London-New York-San Francisco: Academic Press.

Mackintosh, N. J., 1983: Conditioning and associative learning. Oxford: Clarendon.

MALTHUS, T. R., 1798, ²1803: An Essai of the principle of population. London: J. Johnson.

Majer, U., 1978: Wahrscheinlichkeit. In: Braun, E., und H. Radermacher (Hrsg.): Wissenschaftstheor. Lexikon. Graz-Wien-Köln: Styria.

Mandler, J., und G. Mandler, 1964: Thinking; From association to Gestalt. New York: Wiley.

MARLER, P., und H. TERRACE, 1984: Learning to see: Mechanisms in experience-dependent development. In: Marler, P., und H. Terrace (eds.), Biology of learning. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo: Springer.
 MARR, D., 1982: Vision; a computational investigation into the human representation and

processing of visual information. San Fancisco: Freeman.

MARSHACK, A., 1984: The ecology and brain of two-handed bipedalism: An analytic, cognitive, and evolutionary assessment. In: Roitblat, H., T. Bever und H. Terrace (eds.), Animal cognition. Hillstall-New Jersey-London: Lawrence Erlbaum: 491–511.

MATURANA, H., 1982): Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit.

Braunschweig-Wiesbaden: Vieweg.

Maturana, H., und F. Varela, 1987): Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des Erkennens. Bern-München-Wien: Scherz (engl. Original 1984).

MAYER, R., ²1979: Denken und Problemlösen. Eine Einführung in menschliches Denken und Lernen. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

MAYERTHALER, W., 1982: Markiertheit in der Phonologie. In: Venuemann, T. (Hrsg.), Silben, Segment, Akzente. Wien-Tübingen.

McFarland, D., 1985: Animal Behaviour. Essex: Longman Sci. and Tech.

McGuigan, F. J., and D. B. Lumster, 1973: Contemporary approaches to conditioning and learning. Washington D. C.: V. H. Winston.

McNeill, D., 1970: The acquisition of language. New York: Harper & Row.

Medicus, G., 1987: Toward an etho-psychology: A phylogenetic tree of behavioral capabilities proposed as a common basis for communication between current theories in psychology and psychiatry. Ethology and Sociobiology 8 (35): 1315–1505.

Mehrabian, A., 1972: Nonverbal communication. Chicago: Aldine-Atherlon.

Menne, A., 1974: Was ist Wahrheit? Zur wissenschaftstheoretischen Analyse von Aussage, Gesetz, Theorie und Modell. Ratio 16: 62–68.

Mises, R. von, ²1936: Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit. Wien: Springer.

MITTELSTAEDT, P., 1966: Philosophische Probleme der modernen Physik. Mannheim: Bibliographisches Institut.

NEURATH, O., 1931: Soziologie im Physikalismus. Erkenntnis 2: 393-431.

Neisser, U., 1967: Cognitive psychology. New York: Meredith.

OERTER, R., und L. Montada, 1982: Entwicklungspsychologie. München: Urban und Schwarzenberg.

OESER, E., 1976: Wissenschaft und Information. Systematische Grundlagen einer Theorie der Wissenschaftsentwicklung (Band 3). Wien-München: Oldenbourg.

OESER, E., 1987: Psychozoikum. Evolution und Mechanismus der menschlichen Erkenntnisfähigkeit. Berlin u. Hamburg: Paul Parey.

OESER, E., 1988: Das Abenteuer der kollektiven Vernunft. Evolution und Involution der Wissenschaft. Berlin u. Hamburg: Paul Parey.

OESER, E., und E.-M. Bonet (Hrsg.), 1988: Das Realismusproblem. Wiener Studien zur Wissenschaftstheorie 2. Wien: Österreichische Staatsdruckerei.

Oguz, P., 1990: Der Zahlbegriff bei Tier und Mensch; mit experimentellen Untersuchungen am Goldfisch (Carassius auratus auratus). Diplomarbeit a. d. Nat. Wiss. Fak., Universität Wien.

Oguz, S., 1990: Selektive Aufmerksamkeit und Hypothesenbildung beim Wellensittich (Melopsittacus undulatus). Diplomarbeit a. d. Nat. Wiss. Fak., Universität Wien.

- Patzelt, W., 1986: Sozialwissenschaftliche Forschungslogik. Eine Einführung. München-Wien: Oldenbourg.
- PAVLOV, I. P., 1927: Conditioned reflexes. London: Clarendon Press.
- Peterson, L. R., und M. I. Peterson, 1959: Short-term retention of individual verbal items. J. Exp. Psychol. **58**: 193–198.
- PIAGET, J., 1950: Introduction a l'Epistémologie Génétique. Paris: Presse Univers. de France.
- Piaget, J., 1975: Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde. Gesammelte Werke, Band 2. Stuttgart: Klett.
- PIAGET, J., 1975a: Die Entwicklung des Erkennens II. Das physikalische Denken. Gesammelte Werke Band 9. Stuttgart: Klett.
- PIAGET, J, ²1980: Der Strukturalismus. (1. Aufl. 1968, Paris), Freiburg-Olten: Walter.
- Piaget, J., ³1983: Biologie und Erkenntnis. Über die Beziehungen zwischen organischen Regulationen und kognitiven Prozessen (1. Aufl. 1967). Frankfurt/M.: S. Fischer.
- Piaget, J., und A. Szeminska, ²1965: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde. Stuttgart: Klett.
- Plate, L., 1925: Die Abstammungslehre. Tatsachen, Theorien, Einwände und Folgerungen in kurzer Darstellung. Jena: G. Fischer.
- Poisson, S., 1937: Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitsrechnung und deren wichtigsten Anwendungen. 1841 Bearbeitet von C. Schnuse. Braunschweig: H. Meyersen.
- POPPER, K., 1935: Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft. Wien: Springer. (41971), Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).
- POPPER, K., 1959: The logic of scientific discovery. London: Hutchinson and Co. Translations: German: 1966. Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft. 1973, Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).
- POPPER, K., 1966: Of clouds and clocks. An approach to the problem of rationality and the freedom of man. St. Louis (Missouri): Washington University Press.
- POPPER, K., ²1974: Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- POPPER, K., and D. MILLER, 1983: A proof of the impossibility of inductive probability. Nature 302: 687–688.
- PUNTEL, L., 1983: Wahrheitstheorien in der neueren Philosophie. Darmstadt: WB.
- PUNTEL, L., 1987, (Hrsg.): Der Wahrheitsbegriff. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- QUASTLER, H., 1964: The emergence of biological organization. New Haven-London: Yale Univ. Press.
- Quine, W. V., 2 1975: Ontologische Realität und andere Schriften. Stuttgart: Reclam.
- RAMSEY, F. P., 1926: Truth and probability. In: Braithwaite, X. (ed.). The foundations of mathematics and other logical essays. London.
- RAMSEY, F. P., 1964: Facts and Propositions. In: Pitcher, G. (ed.). Truth. Englewood Cliffs: 16–17.
- RECHENBERG, I., 1973: Evolutionsstrategie. Stuttgart-Bad Cannstatt: Frommann.
- REICHEL, H. C., 1988: Zum Realitätsproblem mathematischer Begriffe. In: Oeser, E. und

- E. M. Bonet (Hrsg.). Das Realismusproblem. Wiener Studien zur Wissenschaftstheorie, Band 2. Wien: Österr. Staatsdruckerei: 95–157.
- REMANE, A., 1960: Das soziale Leben der Tiere. Hamburg: Rowohlt.
- Remane, A., ²1971: Die Grundlagen d. natürlichen Systems d. vergl. Anatomie u. der Phylogenetik. Königst.-Taunus: Koeltz. (1. Aufl. 1952). Geest u. Portig, Leipzig.
- Rensch, B., 1973: Gedächtnis, Begriffsbildung und Planhandlungen bei Tieren. Berlin und Hamburg: Paul Parey.
- Rensch, B. und J. Döhl, 1968: Wahlen zwischen zwei überschaubaren Labyrinthwegen durch einen Schimpansen. Zeitschr. f. Tierpsychol. 25: 216–231.
- RESCHER, N., 1973: The coherence theory of truth. Oxford: Clarendon Press.
- RESCHER, N., ²1987: Wahrheit als ideale Kohärenz. In: Puntel, L. (Hrsg.). Der Wahrheitsbegriff; neue Erklärungsversuche. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft: 284–297.
- Rescorla, R. and A. R. Wagner, 1972: A theory of pavlovian conditioning variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In: Black, A. M. and W. F. Prokasy (eds.): Classical conditioning II: Current research and theory. New York: Appleton Century Crofts.
- Rescorla, R. A., 1973: Second-order conditioning: Implications for theories of learning. In: McGuigan, F. J. and D. B. Lumsden (eds.): Contemporary approaches to conditioning and learning. Washington D. C.: V. H. Winston.
- Revesz, P., 1978: Strong theorems on coin tossing. Proceedings Int. Congr. of Math. Helsinki, Finland.
- RIEDL, R., 1975: Die Ordnung des Lebendigen: Systembedingungen der Evolution. Berlin und Hamburg: Paul Parey. (21990): München u. Zürich: Piper.
- RIEDL, R., 1976, 41985: Die Strategie der Genesis. Naturgeschichte der realen Welt. München u. Zürich: Piper.
- RIEDL, R., 1977: A systems analytical approach to macro-evolutionary phenomena. Quart. Rev. of Biology **52**: 351–370. Wieder abgedruckt, (1988b): The systems theory of evolution. In: Schmidt, F. (Hrsg.): Neodarwinistische oder kybernetische Evolution. Heidelberg: Universitätsdruckerei.
- RIEDL, R., 1978–79: Über die Biologie des Ursachendenkens: ein evolutionistischer, systemtheoretischer Entwurf. Mannheimer Forum, Mannheim: Boehringer: 9–70.
- RIEDL, R., 1979: Biologie der Erkenntnis. Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft. Berlin u. Hamburg: Paul Parey. (41988): München: dtv.
- RIEDL, R., 1980: Die Entwicklung des Begriffs vom taxonomischen Merkmal und das Problem der Morphologie. Zool. Jahrbuch Systematik 103: 155–168.
- RIEDL, R., 1980a: Homologien; ihre Gründe und Erkenntnisgründe. Berlin: Verh. Deutsch. Zool. Ges. Suttgart-New York: 164–176.
- RIEDL, R., 1983: The role of morphology in the theory of evolution. In: Greene, M. (ed): Dimensions of darwinism. Cambridge: Cambridge University Press: 205–238.
- Riedl, R., 1983a: Denkordnung als Abbild der Naturordnung. In: Riedl, R., und F. Kreuzer (Hrsg.): Evolution und Menschenbild. Hamburg: Hoffmann u. Campe: 40–58.
- RIEDL, R., 1983b: Evolution und evolutionäre Erkenntnis Zur Übereinstimmung des Denkens und der Natur. In: Lorenz, K., und M. F. Wuketits (Hrsg.): Die Evolution des Denkens. München: Piper: 146–166.
- RIEDL, R., 1985: Die Spaltung des Weltbildes. Biologische Grundlagen des Erklärens und Verstehens. Berlin u. Hamburg: Paul Parey.
- RIEDL, R., 1987: Grenzen der Adaptierung. In: Riedl, R., und F. M. Wuketits (Hrsg.): Die

Evolutionäre Erkenntnistheorie; Bedingungen, Lösungen, Kontroversen. Berlin und Hamburg: Paul Parey: 93–104.

Riedl., R., 1987a: Begriff und Welt. Biologische Grundlagen des Erkennens und Begreifens. Berlin u. Hamburg: Paul Parey.

Riedl, R., 1987b: Kultur – Spätzündung der Evolution? München: Piper.

RIEDL, R., 1988: Die Realität des Katers 'Tom' und biologischer Entitäten überhaupt. In: Oeser, E., und E. M. Bonet (Hrsg.): Das Realitätsproblem. Wiener Studien zur Wissenschaftstheorie, Band 2: 253–269.

RIEDL, R., 1988a: Über die Realitätsformen von Natur- und Denkgesetzen; oder die Biologie von Korrespondenz und Kohärenz. In: Oeser, E., und E. Bonet (Hrsg.): Das Realismusproblem. Wiener Schriften zur Wissenschaftstheorie, Band 2: 55–74.

RIEDL, R., 1988b: Der Wiederaufbau des Menschlichen. Wir brauchen Verträge zwischen Natur und Gesellschaft. München: Piper.

RIEDL, R., 1989: Introduction. In: Splechtna, H., und H. Hilgers (eds.): Trends in vertebrate morphology. Proceedings of the 2nd internat. Symp. on Vertebr. Morphol. Vienna 1986. Stuttgart u. New York: Fischer: VII–XVI.

RIEDL, R., 1989a: Anpassungsmängel der menschlichen Vernunft. In: Bauer, Z. und H. Matis, (Hrsg.): Evolution – Organisation – Management. Berlin: Duncker u. Humblot: 39–54.

RIEDL, R., 1991: Bewußtseins-Lenkung im sprachlichen Denken. In: Guttmann, G., und G. Langer (Hrsg.): Das Bewußtsein. Multidisziplinäre Entwürfe. Wiener Beiträge zur Wiss. Theorie 4. Wien-New York: Springer: 403–416.

RIEDL, R., 1991a: Bedingungen d. Evolution zum Bewußtsein. In: Guttmann, G., und G. Langer (Hrsg.): Das Bewußtsein. Multidisziplinäre Entwürfe: Wiener Beiträge zur Wiss. Theorie 4. Wien-New York: Springer: 163–178.

RIEDL, R., G. ACKERMANN und L. HUBER, 1992: A ratiomorphic problem solving strategy. Evolution and Cognition 2 (1): 23–61.

RIEDL, R., L. HUBER und G. ACKERMANN, 1991: Rational versus ratiomorphic strategies in human cognition. Evolution and Cognition 1 (1): 71–88.

Robinson, G., 1964: Continuous estimation of a time-varying probability. Ergonomics 7: 7–21.

Rottblat, H., T. Bever und M. Terrace (eds.), 1984: Animal cognition. London: Erlbaum. Rollet, B., 1985: Die Entwicklung des Bewußtseins in der Ontogenese. In: Wallner, F. (Hrsg.): Karl Popper – Philosophie u. Wissenschaft. Philosophica 4. Wien: Braumüller.

ROMER, A., 31966: Vertebrate paleontology: Chicago: Univ. Chicago Press.

RÖSLER, F., G. SCHUHMACHER and B. SOJKA, 1990: What the brain reveals when it thinks: event-related potentials during mental rotation and mental arithmetic. The German Journal of Psychol. 14 (3): 185–203.

Ross, L. E., 1959: The decremental effects of partial reinforcement during acquisition of the conditioned eyelid response. J. of Experim. Psychol. 57 (2): 74–82.

ROTH, E., W. Oswald und K. Daumenlang, ⁴1980: Intelligenz. Aspekte-Probleme-Perspektiven. Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz: Kohlhammer.

ROTH, G., 1985: Die Selbstreferentialität des Gehirns und die Prinzipien der Gestaltwahrnehmung. Gestalt Theory 7 (4): 228–244.

ROTH, G., 1987: Erkenntnis und Realität. In: Schmidt, S. J. (Hrsg.): Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus. Frankfurt/M.: Suhrkamp: 229–255.

Rотн, G., 1987a: Autopoiese und Kognition: Die Theorie M. R. Maturanas und die

Notwendigkeit ihrer Weiterentwicklung. In: Schmidt, S. J. (Hrsg.): Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus. Frankfurt/M.: Suhrkamp: 256–286.

Roth, H. (Hrsg.), ¹²1980: Begabung und Lernen. Ergebnisse und Folgerungen neuer Forschungen. Stuttgart: Klett.

Ruchkin, D. S. Jr., R. Johnson, D. Mahaffey and S. Surton, 1988: Toward a functional categorization of slow waves. Psychophysiology **25** (3): 339–353.

Russell, B., 1940: An inquiry into meaning and truth. Harvard (Hammondsworth): Penguin Books.

Russell, B., and A. N. Whitheat, 1910–13, ³1970: Principia mathematica (3 Bde.). Cambridge.

Schitlowski, M., ²1988: Die Geschichte der Erdatmosphäre. In: Kraatz, R. (Hrsg.): Die Dynamik der Erde. Spektrum d. Wiss.: 182–193.

SCHILPP, R., (ed.), 1974: The philosophy of Karl Popper. La Salle (Illinois): Open Court.

Schleidt, W. M., 1962: Die historische Entwicklung der Begriffe 'Angeborenes auslösendes Schema' und 'Angeborener Auslösemechanismus'. Z. f. Tierpsychol. 19: 697–722.

Schleidt, W. M., 1974: How 'fixed' is the fixed action pattern? Z. Tierpsychol. 36: 184–211. Schleidt, W. M., 1985: Learning and the description of the environment. In: Johnston, T. D., und A. T. Pietrewicz (eds.): Issues in the ecology of learning. Hillsdale: NJ-Erlbaum: 305–325.

Schleidt, W. M., and J. N. Crawley, 1980: Patterns in the behavior of organisms. J. Soc. Biol., Struct. 3: 1–15.

Schleidt, W., 1991: Bewußtsein bei Tieren. In: Guttmann, G., und G. Langer (Hrsg.): Das Bewußtsein. Multidisziplinäre Entwürfe. Wiener Beiträge zur Wiss. Theorie 4. Wien-New York: Springer: 309–329.

Schlick, M., 1934/35: Facts and propositions. Analysis 2: 65–70.

Schmidt, S. J., (Hrsg.), 1987: Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus. Frankfurt/M: Suhrkamp.

Scribner, S., 1977: Modes of thinking and ways of speaking: Culture and logic reconsidered. In: Johnson-Laird, P., and P. Wason (eds): Thinking: Leadings in cognitive science. Cambridge: Cambridge University Press.

Sebeok, T. A., (ed.), 1968,: Animal communication. Bloomington: Indiana Univers. Press. Sebeok, T. A., (ed.), 1977,: How animals communicate. Bloomington-London: Indiana Univers. Press.

Sebeok, T. A., 1979: Theorie und Geschichte der Semiotik. Übers. v. Achim Eschbach. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Serrz, A., 1940: Die Paarbildung bei einigen Cichliden. Z. f. Tierpsychol. 4: 40–84.

Serrz, A., 1941: Die Paarbildung bei einigen Cichliden II. Z. f. Tierpsychol. 5: 74–100.

SELLARS, W., 1966: Science, perception and reality. New York.

Sichrovsky, I., 1991: Diskriminationslernen von Streifenmustern auf der Grundlage eines Regelmaßprinzips bei Cypriniden. Diss. a. d. Nat. Wiss. Fakul., Univ. Wien.

Sidowski, I., (ed.) 1966,: Experimental methods and instrumentation in Psychology. New York: McGraw-Hill.

SKINNER, B., 1973: Jenseits von Freiheit und Würde. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt.

Spencer, H., 1850: System of synthetic philosophy. London.

Spinelli, D. N., 1966: Visual receptive fields in the cat's retina: complications. Science 152: 1768–1769.

Springer, S. und G. Deutsch, 1987: Linkes-rechtes Gehirn: Funktionelle Asymmetrien. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften.

STEGMÜLLER, W., ²1968: Das Wahrheitsproblem und die Idee der Semantik. Eine Einführung in die Theorie von A. Tarski und R. Carnap. Wien-New York: Springer.

STEGMÜLLER, W., 1973: Personelle und statistische Wahrscheinlichkeit. Hbd. 1 u. 2, aus: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

STEGMULLER, W., 1973a: Aufgaben und Ziele der Wissenschaftstheorie. Induktion. Das ABC der modernen Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. – Probleme und Resul-

tate, Band IV, Teil A. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

Stegmüller, W., 1973b: 'Jenseits von Popper und Carnap': Die logischen Grundlagen des statistischen Schließens. – Probleme und Resultate, Band IV, Teil D. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

Stegmüller, W., 1973c: Statistische Begründung. Statistische Analyse. Das Repräsentationstheorem von de Finetti. Metrisierung qualitativer Wahrscheinlichkeitsfelder.- Probleme und Resultate, Band IV, Teil E. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

Stein, D. G., and J. G. Rosen, (eds.), 1974: Learning and memory. New York-London: Macmillan Publishing Co.

STIRNER, M., 1866: Der Einzige und sein Eigentum, Stuttgart: Reclam.

STOPPARD, T., 1967: Rosencrantz and Guilteustern are dead. New York: Grove Press.

Tarski, A., 1935: Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen. Deutsch in: Studia Philosophica Commentarii Societatis philosophicae Polonorum. Vol. 1, Lemberg.

Teigen, K. H., 1983: Studies in subjective probability I: Prediction of random events. J. of Psychol. **24**: 13–25.

Темвгоск, G., ²1975: Biokommunikation. Informationsübertragung im biologischen Bereich. Reinbeck b. Hamburg: Rowohlt.

Темвгоск, G., 1982–83: Spezielle Verhaltensbiologie der Tiere. 2 Bände. Jena: G. Fischer.

THORNDIKE, E., 1898: Animal Intelligence. Psychol. Rev. Monogr. Suppl. 2 (8).

Tinbergen, N., und D. Kuenen, 1939: Über die auslösenden Reizsituationen der Sperrbewegung von jungen Drosseln. (*Turdus m. merula L.* und *T. e. ericetorum Turton*). Z. Tierpsychol. 3: 37–60.

TOLMAN, E. C., 1948: Cognitive maps in animals and men. Psychol. Rev. 55: 189–208.

TRIMMEL, M., 1990: Angewandte und Experimentelle Neuropsychophysiologie. Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo-Hong Kong-Barcelona: Springer.

TVERSKY, A., und D. KAHNEMAN, 1973: Judgments under uncertainly: Heuristics and biases. Science 1974, **185**: 1124–1131.

TVERSKY, A., und D. KAHNEMAN, 1978: Causal schemata in judgments under uncertainty. In: Fischbein, M. (ed.): Advances in social psychology. Hillsdale/NJ: Erlbaum.

Tyler, D. W., E. C. Wortz and M. E. Bittermann, 1953: The effect of random and alternating partial reinforcement on resistence to extinction in the rat. Amer. J. Psychol. 66: 57–65.

UHL, F., W. LANG, A. KORNHUBER and L. DEECKE, 1990: DC potential evidence for bilateral symmetrical frontal activation in non-verbal associative learning. J. of Psychophysiology 4: 462–469.

Unterwood, B. J., 1957: Interference and forgetting. Psychol. Rev., 64: 49-60.

204

Literaturverzeichnis

- UREY, H., 1952: The planets. Chicago: Univ. of Chicago Press.
- Vollmer, G., 1975: Evolutionäre Erkenntnistheorie. Stuttgart: Hirzel.
- Vollmer, G., 1985–86: Was können wir wissen? Bd. 1: Die Natur der Erkenntnis, Bd. 2: Die Erkenntnis der Natur. Stuttgart: S. Hirzel.
- Vollmer, G., 1989: Paradoxien und Antinomien. Gießener Universitätsblätter 2 (1989): 53–62.
- Wagner, G. P., 1983: Über die logischen Grundlagen der evolutionären Erkenntnistheorie. In: Lorenz, K., und F. M. Wuketits (Hrsg.): Die Evolution des Denkens. München: Piper: 199–214.
- Wagner, G. P., 1983a: On the necessity of a systems theory of evolution and its population biologic foundation: Comments on Dr. Regelmann's article. Acta Biotheoretica 32, 223–226.
- Wagner, G. P., 1984: The logical basis of evolutionary epistemology. In: Wuketits, F. M. (ed.): Concepts and approaches in evolutionary epistemology. Boston: Reidel: 285–307.
- Wagner, G. P., 1984a: Coevolution of functionally constrained characters: Prerequisites for adaptive versability. Bio-Systems 17: 51–55.
- Wagner, G. P., 1985: Über populationsgenetische Grundlagen einer Systemtheorie der Evolution. In: Wagner, G., J. Ott und F. M. Wuketits (Hrsg.): Evolution, Ordnung und Erkenntnis. Berlin und Hamburg: Paul Parey: 97–111.
- Wagner, G. P., 1986: The systems approach: An interface between development and population genetic aspects of evolution. In: Raup, D. M., and D. Jablonski (eds.): Patterns and processes in the history of life. Dahlem Konferenzen. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Wagner, G. P., 1988: The influence of variation and of developmental constraints on the rate of multivariate phenotypic evolution. J. evol. Biol. 1: 45–66.
- Wagner, G. P., 1988a: The significance of developmental constraints for phenotypic evolution by natural selection. In: Jong, G. de (ed.): Population genetics and evolution. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Wagner, G. P., und G. Ackermann, 1987: Der Beitrag der Wahrscheinlichkeitstheorie zur Begründung der evolutionären Erkenntnistheorie: In: Riedl, R., und E.-M. Bonet (Hrsg): Entwicklung der evolutionären Erkenntnistheorie. Wiener Beiträge zur Wissenschaftstheorie 1: 113–124. Wien: Österr. Staatsdruckerei.
- Wager, G. P., K. W. Kratky und G. Ackermann, 1992: A probabilistic model for the discrimination between periodic and non-periodic series of events. Evolution and Cognition 2 (1): 1–22.
- WALBOT, V., and N. HOLDER, (eds.), 1987: Developmental biology. New York: Random House.
- Walker, J., 1977: Evolution of the atmosphere. New York: Macmillan.
- Wallace, R., 1891: Der Darwinismus. Eine Darlegung der Lehre von der natürlichen Zuchtwahl und einiger ihrer Anwendungen. Braunschweig: Vieweg.
- Wason, P. C., und P. N. Johnson-Laird, 1972: Psychology of reasoning. Structure and content. Cambridge: Harvard Univ. Press.
- Watson, J., ²1970: Molecular biology of the gene. New York: Benjamin.
- Weingartner, P., 1964: Vier Fragen zum Wahrheitsbegriff. Salzburger Jahrbuch für Philosophie 8: 31–74.

Weizsäcker, C. F. v., 31982: Die Einheit der Natur. München: dtv.

Weizsäcker, C. F. v., 1988: Ein Blick auf Platon. Ideenlehre, Logik und Physik. Stuttgart: Reclam.

- Werthemer, M., 1923: Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II. Psychol. Forsch. 4: 301–350.
- WHORF, B., ²1976: Sprache, Denken, Wirklichkeit. Beiträge zur Metalinguistik und Sprachphilosophie. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Wieland, W., 1962: Die aristotelische Physik. Untersuchungen über die Grundlegung der Naturwissenschaften und der sprachlichen Bedingungen der Prinzipienforschung bei Aristoteles. Göttingen: Vanderhoeck u. Ruprecht.
- WIMMER, M., und J. Perner, 1979: Kognitionspsychologie. Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz: Kohlhammer.
- Wukettts, F., 1978: Wissenschaftstheoretische Probleme der modernen Biologie. Berlin: Duncker u. Humblot.
- Wukettts, F., 1987: Schlüssel zur Philosophie. Düsseldorf-Wien-New York: Econ.
- ZIMMER, D., 1975: Der Streit um die Intelligenz. IQ ererbt oder erworben. München-Wien: Hansen.

Personenregister

Ackermann, G. 99, 144, 149,

Ackermann, G. 99, 144, 149,	Capelle, W. 126	Finetti, B. de 128
151 f., 155 f., 164, 177 ff.	Carnap, R. 16, 18, 119, 123,	Fischer, E. P. 114
Albert, B. 45	129	Flavell, I. 104
Alkon, L. D. 59	Cattell, R. 185	Foppa, K. 59, 62, 78, 136, 162
Anaximander 110, 120	Chang Tung, Sun 107, 111	Förster, H. v. 35
Anderson, J. R. 59, 86, 96 f.,	Chapman, L. 97	Frege, G. 17, 109, 116
131, 141	Chomsky, N. 106, 131	Freytag-Löringhoff, B. 111
Angermeier, W. F. 59, 61, 71,	Cicero 119	Frisch, K. v. 54
162	Cowley, G. 54	Führer, T. 168
Apel, K. 121	Crawford, M. 85	Fujita, T. 45
Aquin, Th. v. 120	Crawley, J. N. 85	Fullard, W. 90
Archimedes 119	ches in evolutionary enimenalo	ny 33 man-kemba 243-307
Aristoteles 112,119,121,126	Dancoff, S. 44	Gagne, R. 186
711151010105 112,113,121,120	Darwin, Ch. 23, 26, 230	Galilei, G. 126
Bacon, F. 120	Daumenlang, K. 185, 187	Garcia, J. 59
Baer, C. E. v. 26	Davis, H. 108	Garcia, Y. 59
Barlow, H. 39	Deecke, L. 186, 188	Gazzaniga, M. 186
Bayes, Th. 16, 127, 142	DeLoache, J. S. 86	Gipper, H. 107, 111
	Demokrit 120	Gipper, M. 35
Behrend, E. R. 70	Dennis, I. 112	Glasersfeld, E. v. 35
Bernoulli, I. 16, 92, 127, 142	Derks, P. H. 139, 141	Gödel, K. 116
Bertalanffy, L. v. 17	Descartes, R. 120, 126	
Bischof, N. 59 ff.		Goethe, J. W. v. 50, 141
Bittermann, M. E. 64 f.	Deutsch, G. 186	Gottwald, S. 114
Blanshard, B. 123	Döhl, J. 85	Gould, I. 61
Bonet, EM. 94, 99, 116	Dörner, D. 97	Granger, R. H. 61
Bosch, H. 98	Dreher, E. 85	Grant, D. A. 62 f., 70, 78 f.
Bower, G. H. 61 f., 97, 130 f.,	Dumont, I. 60	Griffin, D. R. 85
136, 141	Durant, W. 104, 120	Grüsser-Cornhels, V. 39
Bradley, F. 123	T	Grüsser, O. J. 39
Bredenkamp, I. 84	Ebbinghaus, H. 131, 154	Guilford, I. 185, 187
Brehmer, B. 92 ff.	Ehrenfels, C. 131	Guttmann, G. 50, 75, 86
Bresch, C. 45	Eibl-Eibesfeldt, I. 52, 54, 56,	in productive distance for the
Brink, A. 27	65 f., 85, 87, 90, 131	Habermas, J. 121
Brunswik, E. 78	Einstein, A. 11, 29, 32	Haeckel, E. 26, 28
Bühler, K. 82	Engels, E. M. 29 f., 122	Hake, H. W. 78 f.
Bullock, T. H. 39	Epikur 120	Haller, R. 29
Burkhardt, D. 52	Epple, A. 45	Hamilton, M. 181
	Ewert, J. P. 50, 59	Hampton, J. A. 112
Caesar, J. 17	Eyseneck, H. 1	Hartman, T. 62, 70
Calvin, M. 27		Hassenstein, B. 61, 65, 97,
Campbell, C. 136	Farley, J. 59	132
Campbell, D. 29	Fermat, P. 92, 126	Hausmann, R. 45
Cantor, G. 116	Feuerbach, L. 120	Hearst, E. 61
Capaldi, E. J. 64	Field, H. 122 f.	Hediger, H. 82

Capelle, W. 126

Finetti, B. de 128

Hegel, G. W. 120 Hempel, C. 123, 125 Henning, M. 108 Hentig, H. v. 132 Heraklit 111, 120 Herkner, W. 104 Herrnstein, R. 112 Hilbert, D. 116 Hilgard, E. R. 61 f., 97, 130 f., 136 Hinrichsen, R. 45 Hintikka, I. 128 f. Hippokrates 120 Hobbes, Th. 130 Hodos, W. 136 Hoffmeister, J. 88 f., 105, 121 Hofstätter, P. 185 Holder, N. 31 Holst, E. v. 131 Homer 102 Hornseth, J. 79 Hubel, D. 50 Huber, L. 62, 64, 144, 149, 155, 164, 168, 177 ff. Hückstedt, B. 90 Humboldt, W. v. 106 Hume, D. 70, 95 Humphreys, L. B. 62, 78 f., 165 Hunt, M. 35 Hu Shih, 35, 111 Huygens, Ch. 92, 127

Ille, R. 181

Jenkins, W. O. 62 Johnson-Laird, P. N. 92

Kahneman, D. 92, 141
Kant, I. 89, 98, 105, 109, 131
Keller, O. H. 108, 115
Klayman, I. 96
Kleanthes 120
Klix, F. 76, 108, 119, 185
Koch, H. 132
Koehler, O. 108
Köhler, W. 85, 87
Kohts, N. 85
Kolb, B. 186
Kolmogorov, A. 128

Kratky, K. W. 144, 151f., 156 Krauskopf, I. 64 Kraus, O. 28 Kreiser, L. 114 Kuenen, D. 32 Kuhn, Th. 104 Kutschera, F. v. 152

Lakatos, I. 129 Lalouschek, W. 186, 188 Lang, M. 186, 188 Langer, C. 75, 86 Langer, G. 181 Laplace, R. de 92, 127 LeDoux, J. 186 Lee, S. E. 112 Leibniz, G. W. v. 119 f., 127 Lenneberg, E. 106, 131 Levy-Bruhl, L. 100 f., 126 Levy-Strauss, C. 99 ff., 126 Lindley, D. 128 Lindsay, P. H. 141 Longenecker, E. D. 64 Lopes, L. 141, 151 Lorenz, K. 29, 46, 48, 50, 52, 56, 64 ff., 73 f., 78, 81 f., 90, 92, 98, 115, 131,142, 183 f. Lucretius 120 Lüer, G. 97 Lumsden, D. B. 61 Luria, A. 35

Mach, E. 109 Mackintosch, N. J. 59 Majer, U. 129 Malthus, T. R. 23 Mandler, G. 131 Mandler, J. 131 Marler, P. 59, 61 Marr, D. 59, 61 Marshack, A. 108 Maturana, H. 35, 59, 116 Mayer, R. 76, 136 Mayerthaler, W. 106 McFarland, D. 52 McGuigan, F. J. 61 McNeill, D. 131 Medicus, G. 65 Mehrabian, A. 56 Memmott, I. 108

Menne, A. 122 Mere, Ch. de 126 Miller, D. 151 Mill, J. St. 120, 130 Mises, R. v. 128 Mittelstaedt, P. 114 Montada, L. 104, 108

Neisser, U. 59 Neurath, O. 18, 122 ff. Newton, I. 16, 126 Norman, D. A. 141

Oerter, R. 104, 108 Oeser, E. 29, 92, 94, 109, 116, 127, 142, 147, 183 Oguz, P. 168 Oppenheim, P. 125 Osche, G. 31 Oswald, W. 185, 187

Pacioli, L. 126 Paclisanu, M. 139 Parmenides 111 Pascal, B. 92, 126 Patzelt, W. 104 Paulus von Tarsos 120 Pawlow, I. P. 60 f. Peirce, C. S. 121 Perner, J. 59, 131 Peters, M. 59, 61, 71, 162 Peterson, L. R. 154 Peterson, M. I. 154 Pilatus 13 Piaget, J. 35, 76, 86, 98, 100 f., 108, 126 Plate, L. 28 Platon 111, 115 f., 120 Plotinos 120 Poincare, H. 98 Poisson, S. 127 Popper, K. 16, 29, 36, 68, 77, 87, 120, 122 f., 128 f., 151 Protagoras 120 Puntel, L. 24, 121 ff., 125 Pythagoras 120

Quastler, H. 44 Quine, W. V. 151 Ramsey, F. P. 17, 128 Rechenberg, I. 29 Reichel, H.-Ch. 20, 116 Remane, A. 24, 141 Rensch, B. 54, 85 Rescher, N. 18, 122 f., 125 Rescorla, R. 61 Reverz, P. 139 Riedl, R. 11 f., 24, 27, 29 f., 30, 32, 34 ff., 44, 49 f., 54, 56, 66, 78, 84, 86, 89, 91, 93, 95 f., 100, 106 f., 111 f., 116, 125, 135, 139 ff., 144, 147, 149, 151, 155, 157, 164, 177 f., 179, 180 ff., 186, 188 Rieling, A. M. 90 Robertson, R. 59, 60 Robinson, G. 141 Roitblat, H. 54 Rollett, B. 104 Romer, A. 27 Rosen, J. G. 154 Rösler, F. 186 Ross, L. E. 70 Roth, G. 35, 116, 132, 178 Roth. H. 185 Ruchkin, D. S. jr. 186 Russel, B. 109, 121, 122

Schidlowski. 27 Schilpp, R. 129 Schipper, L. 62f., 70 Schleidt, W. M. 46, 52, 65, 85f. Schlick, M. 123 Schlimmer, J. C. 61 Schmidt, S. J. 35, 74 Schultz, I. 45 Scribner, S. 35 Sebeok, T. A. 52 Seitz, A. 64 f.
Sellars, W. 122
Sichrovsky, I. 168
Sidowski, I. 59
Skinner, B. 132
Sokrates 19
Spencer, H. 23
Spinelli, D. N. 50
Springer, S. 186
Stanley, J. C. 62
Stegmüller, W. 122 f., 128 f.
Stelzner, W. 114
Stirner, M. 36
Stoppard, T. 139
Szeminska, A. 108

Tarski, A. 122 f. Teigen, K. H. 141 Tembrock, G. 50 Terrace, H. 59, 61 Thales 120 Thomas von Aquin 120 Thorndike, E. 131 Tinbergen, N. 32, 131 Tolman, E. C. 86 Trimmel, M. 186 Tversky, A. 92, 141 Tyler, D. W. 65

Uhl, F. 186 Underwood, B. J. 154 Urey, H. 27

Varela, F. 35, 116 Verry, D. R. 64 Vollmer, G. 29, 109, 183

Wagner, A. R. 30, 61, 151 f., 156 Wagner, G. P. 29, 144 Walbot, V. 31 Walker, J. 27 Wallace, R. 23, 30 Wason, P.C. 92 Watson, J. 45 Watzlawick, P. 35 Weingartner, P. 122 f. Weizsäcker, C.F.v. 34 f., 107 Wertheimer, M. 131 Whishaw, I. 186 Whitehead, A. N. 109 Whorf, B. 107, 111 Wieland, W. 126 Wiesel, T. 50 Wimmer, M. 59, 131 Wittgenstein, L. 122 Wolff, Ch. 120 Wortz, E. C. 65 Wuketits, F. 29, 36, 89, 183 Wundt, W. 89

Xenophanes 120

Zimmer, D. 132

Sachregister

Abstammungslehre 141
Abstraktion 20, 98
Abstraktion 20, 98 Adaptierung 25, 28, 37, 41, 142
Adaptierungsmangel 114, 142
adequatiorei et intellectus 121
Adler 67
Aerodynamik 122
Affen 168 Ähnlichkeit, irreführende 86
Akzeptanz des Zufalles 166
Algebra 108
Algorithmen 170
-, alternative 156
Algorithmus 152 f.
All-Satz 113
Alltagserfahrung 40
Alter 183
Amöben 32
Anpassung 122
-, Mängel der 22
Anschauungsform, ange-
borene 90, 92, 115, 122
Anthropologie 100
Antinomien 122
Appetenzverhalten 66
Argument, rationales 173
-, intuitives 184
Art als Drehscheibe 99
Assoziation 61 ff., 67, 85 f.,
131
Atmosphäre 27
Aufmerksamkeit 76, 105,
169, 175, 187
Auftretenswahrscheinlichkeit
149
Augenblicksinformation 74
Augenlid 59
Ausblassen (Gedächtnis) 154
Auslösemechanismus 39,89
-, angeborener 64
-, erworbener 65
Auslöser 49

Ausstattung 133, 141 Autismus 73 Aversionsverhalten 66 Axiome 19f., 114, 120f., 128 bait shyness 60 Baumvogel 47 f. Begabung 97 Begabungs-Ideologie 132 Begabungs-Theorie 50 Begriffsbildung, typologische 141 Begründung, intuitionistische 19 Behaviorismus 59, 64, 131 f. Behaviorist 60, 64, 71 Bekräftigung 62 f., 165 -, partielle 165 Beobachter-Täuschung 94 Beschädigungskampf 52 Bestärkung 98 Bestätigung 129 Bestätigungsgrad 129 Bewährung 129 Bewegungstäuschung 96 Bewertung logischer Implikationen 185, 187 Bewußtsein 84 Bienen 54 Bildgedächtnis Bildungschance 131 Bildungsgrad in Mathematik 183 Biologe 171, 178 Biologie-Anfänger 144, 179 f. Biologiestudent 186 Brüderlichkeit

Cartesianismus 121 Chinesisch 107 Chorda 24, 31, 34 Clouds and Clock's 68 Clusterung 68, 72, 94
comprehensiveness 123
Confidenz-Grad 148
Confidenzgrad einer Erwartung 190
confirmation 129
Constraints 22, 34, 130, 141, 143
corrobaration 129
Cortexregion 188
Cro-Magnon 108, 111
crystallized intelligence 185

Delphine 24, 29 Demutsgebärde 52 Demutsverhalten 74 Denken, illegales -, unbenanntes 108 -, unreflektiertes 72 Denkoperation 97 Denkpsychologie 92, 94, 97 Denkweise, 34 -, europäische 34 Denkzwang 86, 87 Destination 27 Determination 152 Determinations-Ereignis 142 -, -Erwartung 148, 190 -, -Erwartung, enttäuschte 190 Determinations-Lösung Dezimalsystem 108 Disjunktion 112 Disposition 27 Du-Evidenz 82

Einheit 190
Einsichtshandeln 66
Elektroencephalogramm 186
Elektroniker-Beispiel 138, 167, 175
Elimination 28
– katastrophale 28

-, katastrophale 28 -, personale 28 -, persönliche 125 Empirismus 104, 120, 130 -. kritischer 12, 119, 123 -, logischer 123 Empirismus-Rationalismus-Kontroverse 131, 137 Entdeckung 115 Entscheidungs-Baum 93 -, -hilfe 73 -, -theorie 142 -, -verhalten 189 Entstehungs-Wahrscheinlichkeit 176 f. Enttäuschung 148 Entwicklungsbiologie 135 Entwicklungspsychologie 81, 100 Erbkoordination 58, 66, 83 f. Erbtheorie 131 f. Erfahrungsgewinn 89,97 Erfahrung, Wirkung der 172 Erfindung 115 Erfindungskunst 184 Erhaltungsbedingungen 23, 28, 116, 125, 132 Erhellung, wechselseitige 141 Erkennen gestaltlicher Einheiten 187 Erkenntnislehre 136, 142 f., 146 Erkenntnistheorie 130, 151, 167, 182 -, naturalisierte 151 -, traditionelle 151 Erwartungshaltung 162 Erweiterungsurteil 89 Ethnologie 100 Ethologie 81, 110, 131, 135 Euklidische Geometrie 120 Extrapolation 100 -, rationale 175 Extrapolierbarkeit 98 factor of support 156 Falsifizierbarkeit 129

factor of support 156
Falsifizierbarkeit 129
Faultiere 48
Fehler 164, 182
Fernverkehr 52
Finalität 95

Finalzusammenhang 70
Fisch 168
fluid intelligence 185
Freiheit 132
Fremdeln 65
Frontallappen 186
Frontalregion 188
Frosch 39, 46, 47
Fulguration 81
Funktionserweiterung 32, 46
Funktionswandel 31 f., 82

gambler's fallacy 92, 140 Gameten 51,53 Gammatik 141 Gebrechen, mentales 14 Gedächtnis 153, 162, 166 f., 175, 180, 182, 187 -, cerebrales 148, 163 -, neurales 62 -, neuronales 64, 68 Gedächtnisfenster 154f., 157, Gedächtnisforschung 84 Gedächtnisinhalt 75 ff., 96 Gedächtnis-Länge 138, 166, 175 --, angenommene 190 --, Empirie der 190 Gedächtnis-Schwund 154 Gedächtnisspeicher 58 Gedächtnis-Verlust, angenommener 190 Gedächtnis, Vorstufe 72 Gene, Lernen der 128 Geschlechter-Differenzierung 172 Geschlechterzugehörigkeit Gesellschaft, egalitäre 14 Gesetzesreihe 145, 175 Gesetzessequenz 150, 156, 158, 170 Gesetzlichkeit, redundanz-

lose 175

Gesicht 73

-, verborgene 184

Gesichtsattrappe 65

Gestaltsphilosophie 136

94.

Gestaltswahrnehmung

164, 186 Gewißheit, äußere 103 -, innere 103 -, kollektive 103 Gewißheitsgrad 99 Gleichheit 132 Gleichspannungspotential, negatives 186 Glücksspiel 16, 68, 140 Goldfische 64, 168 Gott 102 Graugans 65 Gravitationsgesetz 125 Gravitionen 117 Grenzschicht-Phänomen 29 Griechisch 113 Großmutterzelle 15 Gruppierung, logische 101 Gymnasiast 177

Hamilton-Skala 181 Handeln im Anschauungsraum 76 Handeln im Vorstellungsraum 85 Handlungsanleitung 71, 100 Harmonie, kosmische 120 Harmonisierung 35 Head-Start-Programm 132 Hemisphäre 186 ff. Hemisphären-Spezialisierung 186 Hierarchie 34 Hintergrundwissen 85,93 Hirnaktivität 186 f. Hirnhemisphäre 184 Hirnrinde 186 Hochschul-Anfänger 169 Homologie 24, 141 Hopi 111 Humphrey's Paradoxon 63. 79, 165 Hydrodynamik 29 Hypostasierung 107, 108 Hypothesen, angeborene 91

Idealismus, deutscher 121 Idee, platonische 21 Identitätslogik 111, 113f. Identitätsprinzip 111 Ideologie 14 f. Imperialismus 15, 131 Imponiergehabe 52 Inaktivitäts-Atrophie 73 Indetermination 152 -, -Ereignis 142 -, -Erwartung 148 Indeterminations-Lösung 190 Individualbegriff 99 Induktionsproblem 78 Industrie 37 Instinkthandlung 39 Instruktions-Gehalt 44 Intelligenz 131 f.,186 -, Schichtenbau der 186 Intelligenztest 132 Interdependenz 35 Intersubjektivitäts-Theorie 121 Irreversibilität 126 Isodynamik 77 Isomorphien 91, 122 Isomotorik 84 Isopoiese 66 f., 75, 77, 84 f., 87 Iteration 94, 98

Kanalisierung 22, 30, 34, 41 Kardinalzahl 20, 108 Karpfen 168 Kausalität 95 Kausalreihen, Interferenz der 101 Kausalzusammenhang 70 Kenntniserwerb 73 Kenntnisgewinn 43f., 49, 67, 120, 131, 136, 183 Kenntnisgewinn, rekursiver 141 Kinder 177 Kindchenschema 89 ff.,96 Klasse 113 Klassenbegriff 99 Klassenbildung 110 Klassenhierarchie 100 f. Kleinkinder 73 Klinik, psychatrische 181 Kognitionspsychologie 131 Kohärenz 24 f., 37, 129 Kohärenz-Epistemologie 123 Kohärenzgrenze 27 Kohärenz-Phänomen 37 Kohärenztheorie 30 Koinzidenz 30, 69 f., 76, 79 Kollektiv 99, 121 Kommunikation 167, 173 f. Komplexität 174 Komplexitätserwartung 180 Konditionierung 61,63f.,72, 91, 161 f., 166 -, instrumentelle 60 klassische 60 Konditionierungstheorie 63 Konjunktion 112 Konstruktionsgewinn 38 Konstruktivismus 31, 35, 74, 116 Konstruktivisten 116 Kopula 113 Korrelations-Logik 111 Korrespondenz 129 Korrespondenz-Bedingung Korrespondenz-Theorie 29f., 121 f., Kosten-Nutzen-Rechnung 56 Kosten-Nutzen-Relation 62 Kosten-Nutzen-Zusammenhang 69 Kübel-Theorie 77 Kultur 105 f.,118 Kulturentwicklung 58 Kulturmensch 184 Kultur-Relativismus 107 Kybernetik 143

Langzeitgedächtnis 75, 153
Lateralisation 186
Lebensalter 180
Lebenserfolg 23, 137
Lehrmeister, angeborene 46, 50
Leistung, angeborene 115
Leistungsgrenze 168
Lernen 136
Lernen der Gene 43
Lernprogramm 62
Lernpsychologie 130
Lerntheorie 50, 59, 63, 97, 130, 136

Lerntheorie, -, alternative 167 -, rationalistische 97 Libelle 33, 115, 122, 130 Lidschluß-Reflex 59,63 linguistic muddle 122 Linguistik 106 Links-Hemisphäriker 184 Linse 29 Lockruf 54,55 Logik 89, 99, 104 f., 108 f., 114 f., 118 ff., 125, 143, 161, 181 -, formalisierte 118 -, induktive 151 -, Vorbedingungen der 108 -, zweiwertige 19 Löschung 63, 72, 79 Lösungsfindung, angeborene 148 Lösungs-Strategien 93,95 --, zweierlei 146

Lösungs-Verhalten 147

Mathematik 99, 108 f., 114 f., 120, 125 Mathematik-Anfänger 145, 170, 181 Mathematiker 171, 176 Mathematikprofessoren 179, 182, 184 Mathematikstudent 186 Memorieren 154 Mengenlehre 21 Menschenverstand, gesunder 96 f. Meta-Metasprache 122, 123 Metaphysik 19 Metasprache 122 Methode, morphologische 141 Milieuselektion 30 Milieutheorie 131 Modalität 126 Mono-Kultur 132 Monte-Carlo-Effekt 92 --, -Syndrom 22, 68, 140 Motivation 132, 162, 169 Mundhöhlen-Ausfärbung 36, 53,90

Münzexperiment 127, 139, 142, 144 Münzwurf 69, 125, 144, 149 -, -Modell 143 Münzwurfserie 140 Muster 72 -, dominierende 164 Mustererkennen 64, 72, 75, 162, 164 f.

Nachahmung 56
Nachtschnecke 60
Nahverkehr 52
Naturerkenntnis 118
Naturvölker 101, 104, 126
Negation 112 f.
Neugeborenes 65
Neugierverhalten 74
Neuralplatte 82
Neuroethologie 46
Neurophysiologie 46
Neurophysiologie des Gehirns 185
nihil est in intellectu 119

Obermittelschüler 179
Objektivisten 128
Objekt-Permanenz 76
Ökonomieprinzip 167
Onomatopoetik 56
Operation, induktive 183 f.
Operator, totemistischer 99
Optimierung 29, 30
Optimierungsprozeß 143
Ordinalzahl 20, 108
Ordnung 34, 148
–, des Lebendigen 142
–, hierarchische 99
–, redundanzlose 157

Pandämonium 15
Pantoffeltierchen 39, 45
Papamobil 24
Paradigma 114
Passung 28
Patienten, stationäre 181
patterning behavior 72
Perseveration 74
Pflanzenwelt 27
Pflegehandlung 89

Pflegeverhalten 52 Phasenübergänge 56f., 81, 83, 109, 114 Phasenwechsel 58 Phase, typostatische 34 Philosophie, idealistische 123 Phlogiston 18 Phlogiston-Theorie 17 Plausibilität 120 Poisson-Verteilung 159 Polymorphien 112 Populationen, Denken in 140 Positivismus, logischer 119 f. post-hoc 70 Prädisposition 28 Pragmatismus 119 Privilegierte 14, 132 Probabilistik 127 Probehandeln 87 Problemlösen 71 Problemlöseverhalten 185 Prognose 71 f., 96 Prognostik 23, 39, 59, 94, 115, 137, 171 Programmgenerator 176 propter-hoc 70 Proto-Art 51 Protospecies 44

–, neuronale 59

Qualitäten, neue 81, 109, 114

Quantenlogik 114

Quantität, dimensionslose 20

Prozeß, kognitiver 97

-, kognitive

Psychologie 131, 135, 136

97

Ratiomorphe Anleitung 92 f., 95, 97

-,Paradoxien 92
Ratiomorpher Apparat 78,80
Rationalismus 104, 120, 130

-, kritischer 120, 183
Rationalisten 131, 184
Rationalitäts-Effekt 94
Ratten 60, 64 f.
Raum 98

-, -Modell 86
Reaktion, bedingte 62, 70,

161 ff. -, unbedingte 84 Reaktion-Häufigkeit 165 Reaktionsstärke 161 Realismus, hypothetischer 29 -, platonischer 116 Rechts-Hemisphäriker 184 Redundanz, Grad an 174 Redundanztheorie 122 Reflex 60 -, bedingter 67, 161, 164 Reflexion 76 -, bewußte 70 Reihen, unbestimmten Ursprungs 176 Reizbarkeit 45, 49 Reizleitung 45 Reiz-Reaktions-Psychologie 59 Reiz-Situation 46 Repertoire 152 Repertoir an Zeichen, gegebenes 190 Repräsentation, gedankliche Reproduktionserfolg 23 Reproduzierbarkeit 66 Reviergesang 52 Risikoeinschätzung 141

Sackgassen der Evolution 41 Scanning-Prozeß 164 Scheinwerfer-Theorie 77 Schichtenstruktur der Vernunft 189 Schicksal 41 Schimpansen 54, 85 Schließen, deduktives 182 -, induktives 127 Schlüsselreiz 49 Schluß, induktiver 150 -, wahrheitserweiternder 78 Schraubenprozeß 183 Schwalbe 33, 115, 122, 130 Schwindler 149 Schwingkreis 81 Seitenstetigkeit 168 Selbstbezogenheit 36 Selbst, das 75 Selbstevidenz 19

Selbst-Motivation 162 Selbstreferentialität 31,36f., 53, 80 Selbstreferenz 35, 41 Selbstverständlichkeit 118 Selektion 28 Semantik 52, 103, 111 f., 118 Senualismus 119 Sequenz unbestimmten Ursprungs 158, 160, 178 Sinnesorgan, komplexes 26 Solipsismus 36,94 Sophistik 121 Sozialdarwinismus 132 Sozialpsychologie 104 Spielers, Täuschung des 68 Spielphase 74 Spikes 36, 45 Sprachdenken 106 Sprache 103, 181 Sprachentstehung 56 Sprachfamilie 107 –, europäische 184 Sprachformen 106 Sprach-Forschung, --, vergleichende 106 -, -Relativismus 107 -, -Typus, europäischer 114 -, -Universalien 106 -, -Zentrum 55 Stimmigkeit, innere 35, 36 Stimulus-Respons-Paradigma 64 Stittiche 168 Strafreiz 62 f. Stromlinienform 29 Strukturhierarchie 100 f. Subjektivisten 128 Sub-Prognose 139 Sub-Regelmäßigkeit 170 Subsequenz-Annahme 153 Subsequenz-Erwartung 176 Subsequenz, gegebene 190 -, vermutete 190 Subsequenzlänge 156, 166 Substantiv 106, 111 Substantivierung 108 Syllogismen 34, 107, 113, 184 Symbol 53 f. Symbolisation 106

Symmetrie 184 Syntax 53, 103, 108, 110 ff., 118, 161 System, axiomatisches 99 Systemerhaltung 129 System, natürliches 99 Systemtheorie 31, 135

Tabularasa-Standpunkt 131, 15 Tanzsprache 54 Tauben 60, 168 Taubstummensprache 54 Täuschung 140 Täuschung, des Spielers 92, 96 Teilhabe 115 f. Temporo-Partietalregion 188 tertium non datur 113 Testpsychologie 165, 185 Theorie der Vernunft 136 Tierschutz 82 Tintenfisch 24 Toleranz 24 Training 62, 79 Transitivitätslogik 111 Transitivitätsprinzip 111 Traum 98, 104 Trauma 71 Traumerleben 85 Traumspieler 85 Trick 184 Triplet 45 Typostasie 33

Überbau, rationaler 97, 185
Überleben des Tüchtigeren 23
Umgangssprache 112
Umkehr-Reaktion 39, 45
Unbeschreiblichkeit 98
Unendlichkeit 98, 109 f.
Universalgrammatik 106
Universalien, kulturelle 105, 107

–, physische 106

–, sprachliche 107, 110
Untermittelschüler 178
Unterprivilegierte 14, 132
Urmeer 44
Urnen-Experiment 127 f.

Ursachenformen 141 Urteil, synthetisches 98

Verb 56, 106, 111 Vergessen 154 Vergessenskurve 154 Verhaltensforschung 64 Verlernen 63 Vernunft 105 Verstandesbegriff 105 Verstärkung 61 ff. -, partielle 166 Versuchstier 169 Verteilung, geometrische 159 Vögel 168 Vogel-Orakel 101 Vorschulkind 169 Vorsokratiker 20, 110 f., 119, 126 Vorstellungsvermögen 98

Wägeprinzip, kybernetisches 149 Wahrheit 17, 18, 22 –, als Mehrheitsbeschluß

121
-, empirische 17,77,103,117
-, innere 104

-, kollektive 17, 102, 104
-, logische 17, 103, 117, 121, 124, 150
Wahrheits-Anspruch 125

-, -bedingung 123 -, -begriff 121, 128 -, -diskussion 121 -, -problem 17

Wahrheitstheorie 24, 109, 121, 123, 129
Wahrnehmung 22

–, gestaltlicher Einheit 185

–, kontra-diktorische 72
Wahrnehmungsfehler 153

Wahrnehmungsintensität 154 Wahrnehmungstheorie 116, 136 Wahrscheinlichkeit 16, 18,

57, 69
-, bedingte 152
-, subjektive 69, 151

-, subjektive 69, 151 Wahrscheinlichkeits-Lernen

62 f., 78 f., 90, 165, 167, 170 Wahrscheinlichkeits-Mathematik 91, 93 Wahrscheinlichkeits-Theorie 57, 68, 129, 151 f. Warnruf 54 Wechselseitigkeit 41 Weisheitslehrer 121 Welle-Teilchen-Dualismus 41 Weltansicht, finalistische 100 Welt mittlerer Größen 116 Wende, philosophische 104 Wespennest 32 Wetteinsatz 162 Wettquotient 128 Widerspruchsfreiheit 20 f., 37, 40, 99, 110, 121, 123 Wiedererkennen 66

-, passives 67 Wiener Kreis 123 Willensakt 83 Willkürbewegung 58, 66, 74, 83 Win-stay-lose-shift-Strategie 168 f. , 175 Win-stay-oder Win-shift-Strategie 144 Wirklichkeit, -, außersinnliche 102 -, außersubjektive 69, 112, 121, 182 ff. -, schmutzige 17, 83, 98, 112, 123 Wissenschaftssprache 122 Wolke 68 Wortsprache 105 Würfel 99, 127

Würfelspiel 93, 126, 138

Zahl 20, 127 Zählen 64 Zahlenbegriff 108 f. Zahlensystem 119 –, hierarchisches 108

Biologie und Evolution interdisziplinär

Biologie der Erkenntnis

Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft. Von Prof. Dr. R. Riedl, Wien, unter Mitarb. von R. Kaspar, Wien. 3., durchges. Aufl. 1981. 231 S., 60 Abb. Geb. DM 29,80

Die Spaltung des Weltbildes

Biologische Grundlagen des Erklärens und Verstehens. Von Prof. Dr. R. Riedl, Wien. 1985. 333 S., 54 Abb. Geb. DM 39,—

Begriff und Welt

Biologische Grundlagen des Erkennens und Begreifens. Von Prof. Dr. R. Riedl, Wien. 1987. 226 S., 59 Abb., 2 Beilagen. Geb. DM 39,80

Die Neutralitätstheorie der molekularen Evolution

Von Prof. Dr. M. Kimura, Mishima, Japan. Aus dem Englischen übers. von M. Sperlich und Prof. Dr. D. Sperlich, beide Tübingen. 1987. 303 S., 58 Abb., 17 Tab. Geb. DM 19,80

Der Kreis um Konrad Lorenz

Ideen, Hypothesen, Ansichten. Festschrift anläßlich des 85. Geburtstages von Konrad Lorenz am 7. November 1988. Hrsg. von Prof. Dr. W. M. Schleidt, Wien, unter Mitwirkung zahlr. Fachkollegen. 1988. 206 S., 6 Abb. Geb. DM 38,—

Evolution, Kognition und Sprache

Die Evolution des Menschen und die biologischen Grundlagen der Sprachfähigkeit. Von H. M. Müller, Bielefeld. Mit einem Nachw. von Prof. Dr. P. Finke, Bielefeld. 1987. 162 S., 90 Abb. Geb. DM 19,80

Vom Werden zum Sein

Energetische und soziale Aspekte der Evolution. Von Prof. Dr. W. Wieser, Innsbruck. 1989. 146 S., 17 Abb., 8 Tab. Geb. DM 38,—

Kognitive, organische und gesellschaftliche Evolution

Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Von Dr. O. Diettrich, Brüssel. 1989. 216 S., 12 Abb. Geb. DM 38,—

Der Aufbau der Vernunft

Eine biologisch-philosophische Denkanleitung zur Mehrheitsfähigkeit der Vernunft. Von Prof. a. D. Dr. F. Preuß, St. Peter-Ording. 1989. 155 S., 2 Abb. Kart. DM 28,—

Sozialisation und Ontogenese

ein biosoziologischer Ansatz. Von Dr.
D. W. Promp, Wildeshausen. 1990. 172 S.,
15 Abb. Geb. DM 38,—

Selbst-Organisation

Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht. Von PD Dr. G. J. B. Probst, St. Gallen. 1987. 180 S., 6 Abb., 10 Übers. Geb. DM 39,80

Biogenetische Interphänotypen

Wegweiser durch die Stammeslinien der Tiere. Von Prof. Dr. G. Krause, Gerbrunn. 1990. 197 S., 41 Abb., 25 ganzseitige Tafeln, davon 23 farb. Geb. DM 29,—

Kreationismus

Kritik des modernen Antievolutionismus. Von Dr. R. Jeßberger, Stanford, California. 1990. 188 S., 15 Abb., 8 Tab. Geb. DM 39,80

Symbiogenese als Motor der Evolution

Grundriß einer Theoretischen Biologie. Von Prof. Dr. W. Schwemmler, Berlin. 1991. 235 S., 97 Abb., davon 8 Abb. auf 8 Taf. Geb. DM 39.—

Wir sind zu viele – was tun?

Von Prof. Dr. G. Steiner, Gaggenau-Freiolsheim. 1992. 166 S., 6 Karten. Geb. DM 39.80

Preise: Stand 1.7.1992



Biologie und Evolution interdisziplinär

Die Art in Raum und Zeit

Das Artkonzept in der Biologie und Paläontologie. Von Dr. R. Willmann, Kiel. 1985. 207 S., 89 Einzeldarst. in 46 Abb. Geb. DM 19,80

Biologie des Lichts

Grundlagen der ultraschwachen Zellstrahlung. Von Dr. F.-A. Popp, Worms. 1984. 160 S., 46 Einzeldarst. in 34 Abb., 2 Tab. Geb. DM 46,—

Evolution, Ordnung und Erkenntnis

Hrsg. von Dr. J. A. Ott, Wien, Dr. G. P. Wagner, Tübingen, und Dr. F. M. Wuketits, Wien. 1985. 158 S., 14 Abb., 3 Tab. Geb. DM 19,80

Physik und Evolution

Physikalische Ansätze zu einer Einheit der Naturwissenschaften auf evolutiver Grundlage. Von Dr. F. R. Krueger, Darmstadt. 1984. 211 S., 9 Abb., 10 Tab. Geb. DM 19,80

Evolutionstheorie und dynamische Systeme

Mathematische Aspekte der Selektion. Von Dr. J. Hofbauer und Prof. Dr. K. Sigmund, beide Wien. 1984. 213 S., 74 Abb., 1 Tab. Geb. DM 19,80

Politik und Biologie

Beiträge zur Life-Sciences-Orientierung der Sozialwissenschaften. Hrsg. von Prof. Dr. H. Flohr und Dr. W. Tönnesmann, beide Düsseldorf, mit Beiträgen zahlr. Wissenschaftler. 1983. 222 S., 3 Abb., 23 Tab. Geb. DM 19,80

Evolution und Gewalt

Ansätze zu einer bio-soziologischen Synthese. Von Dr. P. Meyer, Neusäß. 1981. 115 S. Geb. DM 19,80

Probleme genereller Determiniertheit allen Geschehens

Von em. Prof. Dr. B. Rensch. 1988. 121 S., 5 Abb., 3 Tab. Geb. DM 34,—

Biologie und Kausalität

Biologische Ansätze zur Kausalität, Determination und Freiheit. Von Dr. F. M. Wuketits, Wien. 1981. 165 S., 29 Abb., 14 Tab. Geb. DM 19,80

Kultur-Evolution bei Tieren

Von Prof. Dr. J. T. Bonner, Princeton, New Jersey, USA. Aus dem Amerikanischen übers. von Dr. I. Horn. 1983. 212 S., 53 Abb. Geb. DM 19,80

Der Aufbau des Menschlichen

Die Mitschöpfung der Lebewesen an ihrer Gestaltung. Eine biologische Evolutionstheorie des Konkreten Vitalismus. Von Prof. a. D. Dr. F. Preuß, St. Peter-Ording. 1987. 222 S., 5 Abb. Kart. DM 28,—

Dynamismus des Lebens

Aus dem Ereignis wird das Sein. Von em. Prof. Dr. Dr. h. c. H. Linser. 1988. 189 S., 8 Abb. Geb. DM 49,—

Das Abenteuer der kollektiven Vernunft

Evolution und Involution der Wissenschaft. Von Prof. Dr. E. Oeser, Wien. 1988. 226 S., 50 Abb. Geb. DM 19,80

Psychozoikum

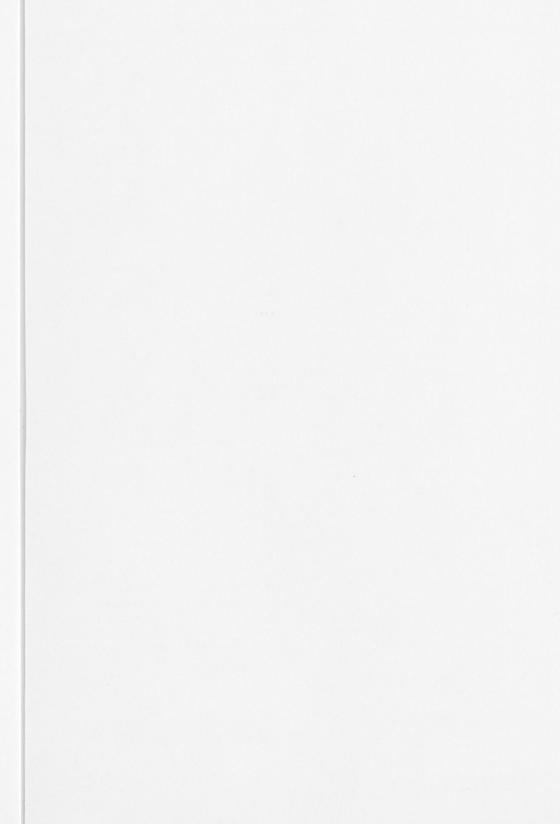
Evolution und Mechanismus der menschlichen Erkenntnisfähigkeit. Von Prof. Dr. E. Oeser, Wien. 1987. 213 S., 45 Abb. Geb. DM 19,80

Die Evolutionäre Erkenntnistheorie

Bedingungen – Lösungen – Kontroversen. Hrsg. von Prof. Dr. R. Riedl und Dr. F. M. Wuketits, beide Wien. Mit Beiträgen von 27 Evolutionsforschern und Naturwissenschaftlern. 1987. 287 S., 6 Tab. Geb. DM 39,80

Preise: Stand 1. 7.1992





Mit diesem Band beschließt Rupert Riedl seine systematische Darstellung der biologischen Grundlagen erkenntnisgewinnender Prozesse im Rahmen der Evolutionären Erkenntnistheorie, die damit insgesamt vier Bände umfaßt. Bereits in dem ersten Buch dieser Reihe, »Biologie der Erkenntnis« (1979), hat Riedl die angeborenen, kenntnisfördernden Anschauungsformen in vier Hypothesen gegliedert, sie dann in den Folgebänden »Die Spaltung des Weltbildes« (1985) und »Begriff und Welt« (1987) näher begründet und mit ihren Konsequenzen erläutert.

In »Wahrheit und Wahrscheinlichkeit« (1992), dem letzten Band seiner Tetralogie, schildert Riedl den stammesgeschichtlich wie entwicklungspsychologisch bedingten Grund-Zusammenhang, der in der Debatte um unsere Kultur aber auch vom Abstrakten und scheinbar Fernen zum äußerst Gegensätzlichen und zunächst Unüberwindlichen führt. So werden aus dem adaptionistischen Ansatz die konstruktivistischen Komponenten der Evolutionären Erkenntnislehre sichtbarer, die unsere Kultur wie ein Schicksal geleitet haben.