

Peter Bors

Monods Tagtraum. Begriff und Gestalt

Die codebesessenen 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts feiern die junge Wissenschaft der Molekulargenetik als zeichen- und sprachtheoretisches Ereignis.¹ Fasziniert stehen Nicht-Biologen und Biologen vor den Strukturhomologien des ‚genetischen Codes‘ und der menschlichen Sprache, wie Ferdinand de Saussure sie analysierte: Arbitrarität, doppelte Gliederung, Wort-, ja Satzstruktur, Operatoren und Satzzeichen, Redundanz. Der Linguist Roman Jakobson denkt das schließlich evolutionär und ontologisch: Wir sprechen, wie wir sprechen, weil der genetische Code so gebaut ist.

Die Arbeiten der beiden französischen Nobelpreisträger François Jacob und Jacques Monod operieren in einem anderen Feld. Es wird nicht von Codes aufgespannt, sondern von Maschinen, nicht von Zeichenprozessen, sondern von Funktionen, nicht von Nukleinsäuresequenzen, sondern von Sequenzen von Aminosäuren. Schließlich aber zählen in diesem Feld gar nicht die Sequenzen selbst, sondern deren dreidimensionale Anordnung im Raum. Jacob/Monods ‚Operon-Modell‘ etwa hängt an der Entdeckung einer besonderen Klasse von Proteinen, den so genannten ‚allosterischen Enzymen‘. Das sind Makromoleküle, deren Faltung im Raum je nach Umgebung zwei verschiedene Zustände annehmen kann. Die allosterischen Enzyme sind steuernde Einheiten, die, etwa im Verlauf der Ontogenese eines Organismus, bestimmte Gene ‚aus- und einschalten‘. Damit erreicht die Biologie ein neues Niveau regulativer Vorgänge. Auf ihm operiert das biologische Wissen mit Rudimenten von Schaltalgebra und Maschinenmodellen.

¹ Kulturwissenschaftlicher Terminus ab quo wäre vielleicht jene große Fernsehdiskussion im Februar 1968, die zwei Molekularbiologen, François Jacob und Philippe L'Héritier, mit dem Linguisten Roman Jakobson und dem strukturalen Anthropologen Claude Lévi-Strauss zusammenführte (*Vivre et parler. Une discussion révolutionnaire entre François Jacob, Roman Jakobson, Claude Lévi-Strauss, Philippe L'Héritier, émission télévisée de M. Tréguer et G. Chouchan. In: Les Lettres Françaises, Februar 1968* (dt.: leicht gekürzt in: Roman Jakobson, Semiotik. Ausgewählte Texte 1919–1982. Frankfurt a.M. 1988). *Terminus ad quem* das Kapitel über *La métaphysique du code* in *Jean Baudrillard, L'échange symbolique et la mort* Paris 1976 (dt.: Die Metaphysik des Codes. In: ders., Der symbolische Tausch und der Tod München 1982).

Soweit der Nobelpreis: Ende der 60er Jahre beginnen die beiden Wissenschaftler allgemeine Konsequenzen aus ihren biologischen Entdeckungen zu ziehen. Jacob schreibt 1970 eine Geschichte der Biologie, verdicthet in eine *histoire de l'hérédité*. Michel Foucaults Rezension wird ihr den Titel eines *grand livre d'histoire* verleihen.² Monod veröffentlicht im gleichen Jahr einen *Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, bekannt als *Le hasard et la nécessité*, „Zufall und Notwendigkeit“. Während Jacobs Geschichte bis heute eher ein Geheimtipp blieb, wird Monods Naturphilosophie fast ohne Verzögerung zum wohl bekanntesten Werk eines französischen Biologen des 20. Jahrhunderts. Es ist der Versuch, das gesamte positive Wissen der modernen Biologie seiner Zeit in einem systematisch geschlossenen Entwurf zu denken. Sein Ansatz ist erstens radikal ungeschichtlich. Er hat zweitens, in Rekursionen von atemberaubender Tiefe, seine eigene Epistemologie in sich eingeschrieben.

Nach ihr liegt der Wissenschaft und ihrer Reflexion, sowohl jeder einzelnen wie der Reflexionskraft als solcher, ein unsprachlicher Akt zugrunde. Wissen beginnt mit einer Simulation. Weil er „von der Sprache markiert ist, die ihm fast unmitteibar folgt“, nur dann scheint der simulierende Gedanke mit der Sprache „verschmolzen“.³ Über das ursprüngliche Vermögen der Simulation und seine zerebralen Instanzen ist das Wissen in die Evolution eingebunden. Es ist, vom Australanthropus bis zum Molekularbiologen, das Wissen eines simulierenden, antizipierenden, projektierenden Tiers.

„Ich denke, alle Wissenschaftler sind sich irgendwann einmal dessen bewußt geworden, daß ihre Reflexion in einer tiefen Schicht kein sprachlicher Akt ist: sie ist ein *Gedankenexperiment*, simuliert mit Hilfe von Form, Kräften, Interaktionen. Sie lassen sich nur mit Mühe zu einem ‚Bild‘ im visuellen Sinn des Begriffs zusammensetzen.“ – „Tous les hommes de science ont dû, je pense, prendre conscience de ce que leur réflexion, au niveau profond, n'est pas verbale : c'est une *expérience imaginative*, simulée à l'aide de formes, de forces, d'interactions qui ne composent qu'à peine une 'image' au sens visuel du terme.“

Bis, eines schönen Tages, das sprachlose Fundament des Wissens zurückschlägt.

2 Das schon darum, weil Jacobs Buch in vielen der Epistemologie von *Michel Foucaults Les mots et les choses* von 1966 folgt. Über François Jacob als Foucault-Leser vgl. auch *Foucault, Prisons et asiles dans le mécanisme du pouvoir* (entretiens avec M. D'Eramo, mars 1974). In: ders., *Dits et écrits*, hg. v. Daniel Deferr u. a. Paris 1994, Bd. 2, S. 521–525, hier S. 524.

3 *Jacques Monod*, Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie. A. d. Frz. übers. v. F. Grisee. München 1971, S. 190.

Wenn, kraft konzentrierter Aufmerksamkeit auf das Gedankenexperiment, das Feld des Bewußtseins nichts anderes mehr enthält, habe ich mich dabei über-rascht, mich mit einem Eiweißmolekül zu identifizieren. – Je me suis moi-même surpris, n'ayant à force d'attention centrée sur l'expérience imaginative plus rien d'autre dans le champ de la conscience, à m'identifier à une molécule de protéine.⁴

Monods halluzinative Identifikation mit einem Protein ist Symptom einer Epistemologie jenseits sprachlicher Begriffe: Symptom des Ausfalls sämtlicher begrifflicher Sicherungen. Zugleich rührt sie damit an die Fundamentalfolge aller Begriffsgeschichte: Sind es die Begriffe, die das Wissen vorantreiben? Oder herrscht zwischen Sprache und Dingen, Begriffen und Anordnungen ein Krieg, der in der friedlichen Diachronie von Begriffsschichten nicht mehr formulierbar ist?

1. Begriffe, Gedankenexperimente

Das weit verstreute Wissen von *Tieren Pflanzen Pilzen Protisten Bakterien* folgt so wenig einem Begriff wie irgendein Wörterbuch der Welt *Männer* und *Frauen* als Begriffe führen wird. Nur wo es als Wissenschaft auftritt, die seit Lamarcks Zeiten Biologie heißt, steht das Wissen unter dem Zwang seinen Gegenstand im Singular und begrifflich abzugrenzen: *Le Vivant*, das Lebende, Lebendige oder gar *Lebens*.⁵ Es bestimmt seinen Begriff traditionell über Differenzen, zwischen *physis* und *techné*, Belebtem und Unbelebtem, Stein und Pflanze und Tier, Kristall und Zelle, und operiert neuzeitlich mit einem eigenen Typ von Gedankenexperiment: dem Experiment einer Befremdung. Kant findet ein Sechseck, gezeichnet im Sand „eines unbewohnt scheinenden Landes“, statt gebaut im vertrauten Raum des Bienenstocks; der Archidiakon William Paley findet, in Gedanken über die nordenglischen Heide wandernd, zwischen Gras und Steinen ein fremdes Ding: eine Uhr; unsere Gegenwart lässt eine Biologin am gleichen Ort abertausende winziger Uhren finden, jede den Zeitrhythmus

4 *Monod*, *Le hasard et la nécessité*. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne. Paris 1970, S. 195; dt.: ders., *Zufall und Notwendigkeit* [Ann. 3], S. 190. – Die hier, wie überhaupt, nicht immer zuverlässige Übersetzung von Friedrich Grisee ist leicht verändert.

5 Vgl. *Georg Teopfer*, Der Begriff des Lebens. In: *Philosophie der Biologie. Eine Einführung*, hg. Ulrich Krohs u. Georg Teopfer. Frankfurt a.M. 2004, S. 157–174 und *Martine Schanz*, Lebewesen als ontologische Kategorie. In: ebd., S. 175–192. – Neuerdings usurpiert die Wissenschaft im Plural den Singular, als die industrie- und diskurspolitisch so genannten „Lebenswissenschaften“.

eines Lebewesens steuernd.⁶ Monods *Naturphilosophie* beginnt auf Mars und Venus.⁷

Seit Ende der 60er Jahre fragt eine eigene Wissenschaft, die „Exobiology“, nach extraterrestrischem Leben, um erste Begriffe vom Ursprung des Lebens auf *unserem* Planeten hier zu gewinnen.⁸ Aber auch die Insassen eines Raumschiffs vom Mars, das den Wald Fontainebleau anfliegt, können vor die Frage gestellt werden, die Felsen des *Chaos d'Apremont* und die Häuser von Barbizon, die Lebewesen und die technischen Dinge, Belebtes und Unbelebtes zu unterscheiden.⁹ Monod durchdenkt das Experiment auf dem Stand der Dinge als Turing-Test. Bekanntlich beantwortete Alan Turing 1950 die Frage: „Können Maschinen denken?“ explizit *nicht* begrifflich, etwa durch „Definitionen der Begriffe ‚Maschine‘ und ‚denken‘.“¹⁰ Er schlug die Anordnung eines Spiels vor. Durch Fragen und Antworten über einen Fernschreiber soll ein Proband C entscheiden, welcher der beiden anderen Probanden A und B im Zimmer nebenan eine Frau und welcher ein Mann ist. Könnte auch eine Maschine den Part des Mannes übernehmen, täuschen und tricksen und sich für eine Frau ausgeben? In Monods Abwandlung des Tests steht die Maschine selbst, „eine Rechenmaschine, programmiert von der Mars-*NASA*“, an der Position des Dritten. Sie soll jetzt unterscheiden, was *physis* oder *téhu*, belebt oder unbelebt ist. Zwar sucht, wo Turing's Computer täuscht, Monods Compu-

ter eine Wahrheit. Doch beide Fälle laufen auf eine Dis-Simulation zu,¹¹ in der sich eins für das andere ausgibt: Frau für Mann, Mann für Maschine, Technik für Natur. Eine Anordnung der Täuschung entscheidet über den Begriff des Lebendigen.

Der Programmierer vom Mars schreibt also ein Programm, das eine Reihe von Kriterien durchtestet. Es testet Unterschiede der Struktur: *regulär*, *irregulär*, oder Unterschiede der Genese: *heteronom*, *autonom*. Einige der getesteten Objekte scheinen eine „Funktion“ zu haben, sind „mit einem Plan ausgestattet, den sie in ihrer Struktur *darstellen* und durch ihre Leistungen *ausführen*“; sie scheinen auf ein Ziel hin projiziert oder *teleonomisch*.¹² Manche der Objekte beziehen die Informationen über ihre Struktur von einem anderen, ihnen genau gleichen Wesen, dessen Struktur sie mehr oder weniger *invariant reproduzieren*.

Am Ende der Testreihe allerdings bleibt dem Programmierer kein einziges Kriterium, das eindeutig die Lebewesen „vom Rest des Universums“ unterscheiden würde. Denn die meisten Kriterien gelten auch für Kristalle oder erlauben es nur schwer, eine Differenz zwischen Augen und Photoapparat zu machen. Allein eine Konstellation von *drei* „Eigenschaften“ scheint einen tragfähigen Begriff vom Lebendigen abzugeben¹³: *reproduktiv*, *invariant*, *teleonomie* und *autonome Morphogenese*. Monod spricht sie auch als „drei Begriffe“, *trois notions*, an.¹⁴

Nicht alle drei sind nach dem Maßstab naturwissenschaftlicher Begriffsbildung gleich gut quantifizierbar. Die *reproduktive Invarianz* scheint messbar: in *units d'information*, die an die nächste Generation „übertragen werden“, *transmitte*.¹⁵ Die Menge der Information ist in der Sphäre der Kristalle klein, bei den Lebewesen ungeheuer groß. Doch schon der Begriff der *teleonomie* ist quantitativ prekär. Seine junge Geschichte (die Monod nicht einmal andeuter)¹⁶ setzt auf das Stichwort der späteren Kyber-

6 Vgl. *Immanuel Kant*, Kritik der teleologischen Urteilskraft. Der Kritik der Urteilskraft zweiter Teil. In: ders., Kritik der Urteilskraft, hg. v. Karl Vorländer. Hamburg 1974, S. 220–361. *William Paley*, Natural Theology [1802]. In: The Works of William Paley, D.D., Archdeacon of Carlisle. Edinburgh 1828, S. 435–555. *Marr W. Kirshen / John C. Gerhart*, The Plausibility of Life. New Haven, Conn. u. London 2005; dt.: Die Lösung von Darwins Dilemma. Wie die Evolution komplexes Leben schafft. Reinbek 2007.

7 Lukrez hatte im ersten Jahrhundert vor Christus seine Naturphilosophie *De rerum natura* mit der Annäherung der Venus begonnen. Eine Naturphilosophie vom Ende des zweiten nachchristlichen Jahrtausends beginnt mit der Frage, ob sich auf dem fernen Planeten dieses Namens überhaupt eine Natur, ob sich eine Technik entwickelte? Dass sich das weitere Gedankenexperiment im 20. Jahrhundert dann ganz auf den Mars und seine Bewohner verlagert, kennzeichnet seine historische Lage. Venus als schaumgeborene Aphrodite in ihrem Unterschied zur technischen Herkunft einer Marmorstatue der Aphrodite aus der Werkstatt, etwa des Phidias, eröffnet bei Monod erst wieder das Nachdenken über *téhu* und „autonome Morphogenesen“ oder Ontogenesen. Vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 105.

8 *Cyrl Andrew Pompaerema* (Hg.), Exobiology. (North-Holland Research Monographs, Frontiers of Biology, 23) Amsterdam 1972.

9 Vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 14.

10 *Alan Mathison Turing*, Computing machinery and Intelligence. In: Mind. A Quarterly Review of Psychology and Philosophy 49 (1950) 236, S. 433–460; dt.: Rechenmaschinen und Intelligenz. In: ders., Intelligence Service. Schriften, hg. v. Bernhard Dörzler u. Friedrich A. Kittler. Berlin 1987, S. 147–182, hier S. 149.

11 Über den Begriff der *Disimulation* in der Vietheit von *Affirmation*, *Negation*, *Simulation*, *Disimulation*, vgl. *Friedrich A. Kittler*, Fiktion und Simulation. In: Philosophien der neuen Technologie, hg. v. Ars electronica Linz. Berlin 1989, S. 57–79.

12 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 17 Hervorhebungen – P. B].

13 Vgl. *Topfner*, Der Begriff des Lebens [Ann. 5], S. 164 f.

14 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 25; frz.: Le hasard et la nécessité [Ann. 4], S. 33.

15 Als viele die generationelle Ordnung direkt mit der informationstechnischen Anordnung von Sender, Kanal, Empfänger zusammen. Vgl. die historische Genese der Begriffe *Genotyp* und *Phänotyp* bei Wilhelm Johannsen 1911 aus dem Unterschied einer *transmission conception of heredity* und einer *genotype conception of heredity* (vgl. *Jan Sapp*, Beyond the Gene, Cytoplasmatic Inheritance and the Struggle for Authority in Genetics. New York 1987, S. 36–42 sowie *Olaf Parnis / Ulrich Valder / Stefan Willer*, Das Konzept der Generation. Eine Wissenschafts- und Kulturgeschichte. Frankfurt a.M. 2008, S. 215 f.).

16 Vgl. etwa *Topfner*, Teleologie. In: Philosophie der Biologie [Ann. 5], S. 36–52.

netiker Norbert Wiener und Julian Bigelow ein, die 1943 von „zielstrebigen Maschinen“ sprechen. Maschinen alias Flakgeschütze, die darum ihr bewegliches Ziel treffen, weil sie die Bahn dieses Ziels ein wenig im Voraus, antizipierend, simulieren. 1958 prägt der Biologe Collin S. Pittendrigh dafür den Begriff *Teleonomie* und wendet ihn auf „zielgerichtete Systeme“ überhaupt an. Er setzt ihn gegen den Begriff der *Teleologie* ab, der von Aristoteles über Kant bis zu Hans Drieschs vitalistischer Entleeche das Wissen der Biologie heimsucht. 1961 nimmt Ernst Mayr den Begriff auf, um Vorgänge oder Verhaltensformen, zu beschreiben, die „auf Grundlage eines Programms, eines Informationscodes, ablaufen“. 17 Den Begriff des Programms selbst wird Mayr später, informationstheoretisch elementar und exakt, aus der „Existenz eines Schlußpunktes“ definieren, also einer definierten Abbruch-Bedingung. Das kann, beim Wachstum etwa, eine bestimmte Struktur sein, es kann eine physiologische Funktion, eine Position im Raum oder ein „abschließender“ (consummatory) Verhaltensakt“ sein.¹⁸

Für Monod ist der Begriff der Teleonomie der entscheidende Einsatz einer Naturphilosophie der modernen Biologie. Zwar bindet er ihn zunächst direkt an die Evolution zurück: an „Erhaltung und Vermehrung der Art“¹⁹ als Ziel aller Ziele, in jenem Tagtraum der Evolution, in dem, so Jacob, „eine Bakterie, ein Farn, eine Amöbe“ von keinem anderen Schicksal träumen als „zwei Bakterien, zwei Amöben, mehrere Farnе zu werden“.²⁰ (So jedenfalls stellt es sich die *déformation professionnelle* des Molekulargenetikers im Schlaf ihrer wissenschaftlichen Vernunft vor.) Messen lässt sich, auf einer „teleonomischen Skala“, dann der Umweg dieses Schicksals, der bei der Maus viel kleiner ist als beim Menschen mit seinen dreitausend Jahren Liebesyrrik.²¹ Eigentlich aber zielt Monods Teleonomie nicht auf erste und letzte Ziele, sondern auf einen bestimmten Begriff vom Organismus. Organismen sind Funktionsuniversen, „kohärente und integrierte Funktionseinheiten“, und die Lebewesen molekulare, chemi-

sche, kybernetische Maschinen.²² In ihrem Zentrum tickt kein Code, sondern ein „teleonomischer Apparat“.²³

Monods Begriff der Teleonomie artikuliert eine historische Position. Am pointierteren und polemischer formuliert sie sei Ende der 60er Jahre der amerikanische Molekularbiologe Carl Woese (er schreibt die Polemik auf verschiedenen Ebenen bis heute fort).²⁴ Zwei Jahrzehnte lang sei die Molekularbiologie des Gens und des Codes, von *transcription* und *templating* das Leitmodell der Biologie gewesen. „But the ethos it generated is now effectively spent.“²⁵ Das Dispositiv des Codes sei zum Hindernis geworden, zur „conceptual malaise“ der Molekularbiologie, die in diesem Dispositiv befangen die wichtigsten Fragen nicht einmal formuliert habe, geschweige denn beantwortet. Die „Evolution des genetischen Codes“ etwa, die Woese und andere beschäftigt, lasse sich aus dem Code selbst überhaupt nicht erforschen. Nur in der Übersetzung, *translation*, von Nuklein- in Aminosäuren und ihrem komplizierten *Apparat* aus Transfer-RNA, Erkennung von Aminosäuren, Ribosomen, nur aus dem *design* dieses „basalen Mechanismus“ und seiner Evolution ließen sich, so Woese, auch Fragen nach der Evolution des Codes beantworten.²⁶ Monods „teleonomischer Apparat“ steht auf dieser wissenschaftshistorischen Zeitschwelle. Um 1970 entstehen eine Vielzahl neuer Biologien, wie Lynn Margulis' *Sterile Endosymbiontentheorie* (1970), Conrad H. Waddingtons *Epigenetik* (1968), Humberto R. Maturanas *Biology of cognition* (1970) oder René Thom's biologisch-mathematische Theorie der *Morphogenese* (1967), um nur einige zu nennen.

17 Zit. bei Ernst Mayr, Teleologisch und teleonomisch. Eine neue Analyse [engl. 1974]. In: ders., Eine neue Philosophie der Biologie. München u. Zürich 1991, S. 51–86, hier S. 61.

18 Vgl. ebd.

19 Monod, Zufall und Notwendigkeit [Anm. 3], S. 22.

20 François Jacob, La logique du vivant. Une histoire de l'hérédité. Paris 1970; dt.: Die Logik des Lebenden. Von der Urzeugung zum genetischen Code, übers. v. J. u. K. Scherrer. Frankfurt a.M. 1972, S. 12 (Seitenidentische Neuaufl. m. e. Nachw. v. Hans-Jörg Rheinberger. Frankfurt a.M. 2002). Bei Monod reduziert sich der Traum auf den einer Zelle: „das Projekt [...] zwei Zellen zu werden“ (Monod, Zufall und Notwendigkeit [Anm. 3], S. 29). Mayr wendet sich gegen diesen Gebrauch des Begriffs Teleonomie bei Monod (vgl. Mayr, Teleologisch und teleonomisch [Anm. 17], S. 64 f.).

21 Vgl. Monod, Zufall und Notwendigkeit [Anm. 3], S. 24.

22 Vgl. ebd., etwa S. 61, 105 u. 82.

23 Vgl. dazu auch die historisch sehr unspezifischen Ausführungen von Henri Atlan, DNS – Programm oder Daten? Oder: Genetik ist nicht in den Genen. In: Genealogie und Genetische Schnittstellen zwischen Biologie und Kulturgeschichte, hg. v. Sigrid Weigel. Berlin 2002, S. 203–222.

24 Vgl. stellvertretend: Carl R. Woese, Translation: In retrospect and prospect. In: RNA 7 (2001) 8, S. 1055–1067.

25 Woese, Evolution of the Genetic Code. In: Die Naturwissenschaften 60 (1973) 10, S. 447–459, hier S. 447.

26 Woese selbst entwirft Anfang der 70er die t-RNA als Maschinenteil oder *rather mechanism*, der aktiv über zwei Konformationen im Raum arbeitet. Historisch am eindeutigsten ist bei Woese seit den 1960er Jahren die exzessive Referenz auf *tape reading machines* als Mechanismus der Translation.

2. Gestalt Erkennen

Alle Teleonomie der molekularen Maschinen hat, so Monod in Anfängerzeichen, ein „letztes Geheimnis“²⁷: eine lineare Folge von Aminosäuren, codiert in einer Folge von Nukleinsäuretriplets, *hat nicht*. Die bloße Sequenz eines Proteins ist inaktiv. Erst wenn sich die Sequenz faltet, *se plus sur elle-même*, sich auf sich selbst zurückbiegt, in Faltblättern, Spiralen, Aus- und Einstülpungen, Dellen, Sesseln, Wannen und vielfältigen Konfigurationen im Raum tritt das Protein in seinen aktiven Zustand. Es beginnt zu „funktionieren“.

Falten

Zwar formierten sich auch die Ketten der Nukleinsäuren im Raum. Aber zur wahrscheinlichsten und einfachsten, stabilsten und dünnsten aller denkbaren Raumstrukturen²⁸: einer doppelten, symmetrischen Helix. Die Aminosäuresequenz dagegen eines jeden Proteins faltet sich zu einer nur diesem Protein eigenen, komplizierten Raumstruktur. Zunächst hätte man, so Monod, angenommen, ein Makromolekül könne unendlich viele verschiedene Konfigurationen im Raum annehmen. Aber es habe sich gezeigt, dass es nur eine einzige so genannte „Konformation“ annehme und manchmal zwei.²⁹

Chromatographie, röntgenkristallographische Beugungsbilder,³⁰ deren computergestützte Auswertung und schließlich Übersetzung in räumliche Modelle aus Draht und Kugeln (das sind: Bausätze aus Kinderzimmern) generieren seit den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts ein weit verzweigtes Wissen von der Raumgestalt biologischer Makromoleküle.³¹ Ketten aus Aminosäuren existieren seitdem in vier Dimensionen. Die *erste* Dimension ist die schlichte Sequenz der zwanzig möglichen Aminosäuren: *Gly – Ile –*

Val – Glu – usw. (seit den 80er Jahren mit zwanzig Majuskeln der sechs- und zwanzig Großbuchstaben des englischen Alphabets geschrieben: *G – I – V – E – usw.*): die eindimensionale Serie als Band einer Turingmaschine.³² Die *zweite* Dimension entsteht, wenn sich entweder zwei Sequenzen im Raum zu einer ‚Falblatt‘-Struktur verbinden oder eine einzige Sequenz sich in sich selbst zur Helix aufrollt.³³ Die *dritte* Dimension ist eine frei im Raum angeordnete, nur durch mechanische Freiheiten der gegeneinander starren, drehbaren oder sich verdrängenden Moleküle eingeschränkte Struktur im Raum (deren Teilstrücke mitunter auch Helices sein können). Die *vierte* Stufe besteht aus der Kombination mehrerer gleicher, ineinander geschachtelter Proteine, sogenannter ‚Protomere‘, die ein zusammenhängendes Gebilde ergeben, ein Oligomer oder globuläres Protein. Ihm gilt Monods ganzes Denken: als Biologe und als Naturphilosoph.

Sekundäre, tertiäre, quaternäre Raumstrukturen haben eine chemische Basis: ‚non-kovalente Bindungen‘.³⁴ Schwache oder non-kovalente Bindungen, also *Wasserstoffbrücken, elektrostatische oder van-der-Waals-Bindungen*, sind über das ganze Molekül verteilt,³⁵ je zahlreicher desto stabiler das räumliche Gebilde. Von den kovalenten Bindungen unterscheiden sich die non-kovalenten vor allem dadurch, ohne Katalysator und bei geringer Temperatur abzulaufen, schnell zu sein und reversibel.³⁶

Die Raumstruktur der Proteine und ihre chemische Basis verdichten sich bei Monod zu einem Begriff: dem ‚Begriff des stereospezifischen, non-kovalenten Komplexes‘, *la notion de complexe stéréospécifique non-covalent*.³⁷ Dieser Begriff im Begriff der *Teleonomie* und deren ‚letztes Geheimnis“ trägt Monods Naturphilosophie von ihren elementaren Anfängen bis in die feinsten Verzweigungen ihrer Epistemologie. Was aber heißt es, den stereospezifischen Komplex eines Makromoleküls als Begriff anzusprechen?

27 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 114.
 28 Vgl. ebd., S. 134, wie überhaupt das ganze Kapitel VI.
 29 Vgl. ebd., S. 115 f.
 30 Vgl. einführend etwa *Leibert Sympet*, Biochemistry. New York 1988; dt.: Biochemie, übers. v. B. Pfeiffer u. a. [5] völlig neu bearb. Aufl., korr. Nachdr., Heidelberg, Berlin u. New York 1991, hier S. 61–64.
 31 Ein Glanzstück der Jacobschen Geschichte der Biologie behandelt ein Stück der Genese dieses Wissens (vgl. *Jauch*, Die Logik des Lebenden [Ann. 20], S. 272–278). Zu Modellen vgl. *Soraya de Chadaerivan*, Sequences, Conformation, Information. Biochemists and Molecular Biologists in the 1950s. In: Journal of the History of Biology 29 (1996), S. 361–386. *Christoph Mann*, Molecules and Croquet Balls. In: Models. The Third Dimension of Science, hg. v. Soraya de Chadaerivan u. Nick Hopwood, Stanford, Calif. 2004, S. 242–275.

32 Die Großbuchstaben außer den Buchstaben *B U J O X Z*. – Zum Turing-Band vgl. auch *Atlan*, DNS – Programm oder Daten? [Ann. 23], S. 207 f.
 33 α -Helix oder β -Falblatt, nach der Reihenfolge, in der Linus Pauling und Robert B. Corey 1951 die beiden Raum-Strukturen der Proteine entdeckten.
 34 „Kovalente Bindungen“ entstehen, wenn zwei Atome eine oder mehrere gemeinsame Elektronenbahnen haben. (Die mögliche Anzahl der Bindungen ist durch die seit Mendelejew System gewordene „Valenz“ der Atome festgelegt.) Um sie herzustellen oder zu lösen, ist ein hoher Energieaufwand vonnöten. Das Rückgrat der eindimensionalen Kette, die „Peptidbindung“, ist eine kovalente Bindung.
 35 Oder, bei der β -Falblatt-Struktur, über zwei Moleküle. Die non-kovalenten Bindungen finden zwischen Kohlenstoff, Stickstoff oder Wasserstoffatomen des Makromoleküls statt.
 36 Vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 73.
 37 Ebd., S. 75; fr.: *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 81.

Erkennen und Schatten

Erst das dreidimensionale, im Raum stabilisierte und „gespannte Protein“ spannt überhaupt molekulare Funktionalität auf. Sie basiert auf zwei Prinzipien: Erkennen und Schatten. Von dort her schreiben sich Begriffe in Monods naturphilosophischem System.

Die Funktionalität biologischer Makromoleküle wird vor allem von einer bestimmten Klasse von Proteinen bestimmt: den Enzymen. Ihre Funktion steht tief in der Geschichte eines technischen Begriffs: der ‚Katalyse‘.³⁹ Im Unterschied zu technischen Katalysatoren jedoch, die viele verschiedene Reaktionen gleichzeitig beschleunigen, haben Enzyme eine besondere „Auswahlfähigkeit“, *elektivität*.⁴⁰ Sie wirken in hohem Maße spezifisch: *ein* Enzym reagiert mit genau *einem* molekularen Komplex, seinem sogenannten *Substrat*. Das ist die Substanz, deren Reaktion durch das Enzym beschleunigt oder überhaupt erst in Gang gesetzt wird.⁴¹ Manche Enzyme unterscheiden sogar geometrisch isomere Substrate, Moleküle also, die nur durch ihre Spiegelverkehrten Lagen im Raum unterschieden sind.⁴² Die spezifische Funktion der Enzyme ist an ihre Raumgestalt gebunden. Diese Gestalt ist das Medium von *discrimination* und Spezifität: *komplementäre Flächen* im Molekül des Enzyms, des Substrats oder einer Substanz im Milieu *berühren* sich gegenseitig.⁴³ Auf räumlicher Nähe und einer Art Abtasten räumlicher Strukturen nach dem Prinzip Schlüssel- und-Schloß beruht die Funktion der Enzyme.⁴⁴ Monod spricht von „une

propriété discriminative (simon ‚cognitive‘) microscopique“.⁴⁵ Funktion der Enzyme sei es, „Moleküle (eingeschlossen andere Proteine) an ihrer Form wiederzuerkennen“, *‚reconnaitre‘* mit und ohne Anführungszeichen.⁴⁶ Ohne Anführungszeichen ist von einer „kognitiven Funktion der Proteine“ die Rede oder schlicht von: „kognitiven Proteinen“.⁴⁷ In *Erkennen* und *Wiedererkennen*, englisch *recognition*, denkt Monods Naturphilosophie die Funktion molekularer Raumstrukturen.

Die Fähigkeit des Erkennens und Unterscheidens kommt besonders denjenigen Enzymen zu, die eine Basis von Jacob/Monods Operonmodell sind. Sie unterscheiden außer ihrem Substrat über einen anderen, räumlich getrennten Teil ihrer Struktur auch noch eine zweite Substanz. Befindet sie sich im Medium oder Milieu etwa einer E-coli-Bakterie, so hört das Enzym der Bakterie auf, mit seinem Substrat zu interagieren. *Ohne* die zweite Substanz im Medium setzt es seine Interaktion fort. Über zwei verschiedene Orte ihrer räumlichen Struktur unterscheidet das Enzym zwei verschiedene, chemisch *nicht* verwandte Substanzen. Obendrein vermag es selbst zwei verschiedene Raumstrukturen oder stereochemische Zustände anzunehmen: es ist ‚allo-sterisch‘. Im einen Zustand wirkt das Enzym auf sein Substrat, im anderen nicht. Jacob/Monod sprechen die allosterischen Enzyme mit einem technischen Begriff als „molekulare Relais“ an.⁴⁸ Über zwei Zustände, *on* und *off*, steuern sie durch Inhibition oder Induktion energieaufwändige Prozesse, wie die Transkription und Anordnung eines Gens. Kleine Kräfte steuern große Kräfte, in einer Anordnung, die zwischen dem Substrat und der Substanz im Medium keine chemische Affinität kennt: die durch das Enzym hergestellte Verbindung beider ist *arbiträr*. Der „Begriff der Arbitrarität“, *la notion de gratuité*,⁴⁹ ist, so Monod, die Grundbedingung aller „mikroskopischen Kybernetik“ in den makromolekularen Maschinen. Erst diese chemische Lösung erzeugt eine Freiheit, auf der die Evolution *réseau's* *gouvernables*

- 38 Die eindimensionale Sequenz – so Monod in ungewohnt reichstischen Begriffen – ist entspannt und labil, das dreidimensionale gespannt und stabil (vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 91).
- 39 Vgl. in diesem Band den Beitrag von *Benjamin Steiniger*.
- 40 Monods geniale und kurze Einführung: *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 63–76.
- 41 Vgl. am Standardbeispiel von *Fumarase* und *Apfelf- bzw. Maleinsäure*: ebd., S. 65 f.
- 42 Vgl. ebd., S. 66.
- 43 Ebd., S. 73.
- 44 Lily Kay skizziert eine kurze Geschichte der Komplementarität räumlicher Strukturen im Denken der Biologie von Emil Fischers Schlüssel-Schloß-Hypothese in der Immunologie über Karl Landsteiners Stereokomplementarität der 20er Jahre bis zu Paulings Entdeckung der gefalteten Polypeptidketten in den 30er Jahren. Sie entwickelt daraus ein Dispositiv der *Spezifität*, dessen Übersetzung in die Modelle der Informationstheorie den informationellen *Im* der Molekularbiologie allererst in Gang gesetzt habe (vgl. *Lily E. Kay*, *Who wrote the book of life? A History of the Genetic Code*, Stanford, Calif. 2000, dt.: *Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?* Frankfurt a.M. 2005, S. 70–73 und 78–84, und S. 439, Anm. 11). Bei Kay mündet die Geschichte in das Wissen der 50er Jahre über die Komplementarität der beiden Nukleinsäuren-Stränge, nicht in die Theorie der Enzyme der 60er.

- 45 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 62; frz.: *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 68.
- 46 Ebd. – Den Sprachgebrauch vom Erkennen pflegt die Biologie bis heute ungebrochen, Stillverrentend: „Die Kenntnis der molekularen Feinstruktur hat uns Einblick verschafft, wie Proteine andere Moleküle erkennen und binden, wie sie als Enzyme funktionieren, wie sie sich falten und wie ihre Evolution verläuft [...] Wir werden im gesamten Buch immer wieder die dreidimensionalen Strukturen von Proteinen und anderen Biomolekülen betrachten und den Bau dieser Moleküle in Beziehung zu ihrer Funktion setzen.“ *Syner*, *Biochemie* [Ann. 30], S. 64.
- 47 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 115 (vgl. auch S. 81 und öfter).
- 48 Ebd., S. 88; frz.: *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 94, sowie dt.: S. 87 u. frz.: S. 93.
- 49 Ebd., S. 97; frz.: *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 103.

eine Freiheit, auf der die Evolution *révèars obernéiques* von hoher Komplexität entwickeln kann.⁵⁰

Mit den allosterischen Enzymen führen Jacob/Monod das Dispositiv des Schaltens in die Molekulargenetik ein. Im Operon-Modell von 1961 *schalten* Enzyme, die von bestimmten Genen hergestellt werden, bestimmte andere Gene *ein* und *aus* und differenzieren so aus der allen Zellen gemeinsamen Sequenz von Nucleinsäuren die spezialisierten Zellen des Organismus. Jacob/Monods Arbeiten zur Gen-Regulation übertragen Schaltpläne, das ist: die Diagrammatik der Elektrotechnik, auf schaltende Gene. Tastend suchen sie selbst nach dem epistemologischen Status dieser Übertragung. „Such model circuits are, of course, entirely imaginary, but the actual elements of these circuits, namely, regulator genes, repressors, operators, are not imaginary; they are the elements which operate in bacteria.“⁵¹

Das kognitive Protein. Ein Dämon

Sind aber die beiden Grundfunktionen der Monodschen Naturphilosophie: *Erkennen* und *Schalten*, als Begriffe zu begreifen? Ihre Verallgemeinerung jedenfalls tritt so wenig begrifflich auf wie die Unterscheidung von belebt und unbelebt. Denn sie läuft, im größten denkbaren Maßstab, ein weiteres Mal als Anordnung eines Gedankenexperiments.⁵²

Das vielleicht fundamentalste Gedankenexperiment des 19. Jahrhunderts – denn es betrifft seine thermodynamischen Grundlagen – erfindet ein Wesen, das einzig auf seine kognitive Funktion beschränkt wäre. Das Wesen operiert auf molekularer Ebene, mit Molekeln: Es sitzt in einem absolut geschlossenen Behälter gleichmäßiger Temperatur. Da im Dispositiv von Maxwells kinetischer Gasteorie Temperatur nichts anderes ist als die Geschwindigkeit der Gasmoleküle, tummeln sich in dem Behälter gleich verteilt schnelle und langsame Moleküle. Die einzige Tätigkeit des

Wesens sei nun, so Maxwells *Theorie der Wärme*, die schnellen von den langsamen Molekülen zu trennen. Eine Wand in der Mitte des Behälters mit einer kleinen Öffnung, die das Wesen öffnen oder schließen kann, AUF und ZU, ON und OFF, um etwa die schnellen Moleküle durchzulassen und die langsamen aufzuhalten, würde schon ausreichen, die schnellen auf der einen, die langsamen auf der anderen des Behälters zu massieren.⁵³ Maxwells Dämon hätte damit gegen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik gesteuert. Denn der besagt, dass die Entropie in einem geschlossenen System ohne Energiezufuhr von außen unaufhaltsam steigt. Der Dämon dagegen steigert den Unterschied von kalt und warm, das ist: den Ordnungsgrad des Systems und zwar „ohne Verausgabung von Arbeit“, ohne Energiezufuhr von außen. Seine einzige Tüchtigkeit besteht in Erkennen, *discrimination*, AUF und ZU.

Monod (und auch Jacob) identifiziert nun in Gedanken für einen Moment Maxwells Dämon mit den *kognitiven Protein*en und ihrer im Raum gefalteten Struktur. Zwar sehen die physikalisch gebildeten Molekularbiologen sofort, dass nach Leo Szilards und Léon Brillouins Kritik an Maxwells Dämon „die Information bezahlt werden muß“.⁵⁴ Erkennen ist gleich Messen und jede Messung verbraucht Energie, sei es nur die des Lichts. Doch offenbart das Auftauchen von Maxwells Dämon im Diskurs Jacob/Monods, dass hier der Begriff der *Information* nicht über den Code eingeführt wird, sondern über den der Thermodynamik entlehnten Grundbegriff der Shannonschen Nachrichtentheorie: Entropie und *Négentropie*.⁵⁵ Das geschieht genau an dem Punkt, wo erstens statt einer *Sequenz* von diskreten Buchstaben oder Nuklein- und Aminosäuren die *Raumgestalt* der Proteine ins Spiel kommt,⁵⁶ wo zweitens anstelle der *Übertragung* im Shannonschen Dispositiv von Sender, Kanal, Empfänger ein Prozess des *Erkennens* und *Unterscheidens* steht.⁵⁷

Am Grund der Grundbegriffe von Monods Naturphilosophie, ja am Grund ihrer höchsten Verallgemeinerung, bewegen sich nicht Begriffe,

53 Leo Szillard erweitert das Setting technisch auf einen „Hebel“:

54 *Jacob*, Die Logik des Lebenden [Ann. 20], S. 268.

55 Zu Shannons' Adaption des thermodynamischen Entropie-Begriffs vgl. *Claude Elwood Shannon*, Eine mathematische Theorie der Kommunikation [1948]. In: ders., Ein – Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich A. Kittler u. a. Berlin 2000, S. 7–100, hier S. 26, Ann. 11.

56 Genauer gesagt, der „Ordnungsgrad eines Systems“ (*Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 77), die „information structurale“ (*Monod*, Le hasard et la nécessité [Ann. 4], S. 81).

57 Freilich lässt sich auch das Maß der Unterscheidung, Auflösung oder *renfonction* nach Shannon als Beziehung zweier Codesysteme oder *keyboards* mit verschiedenen reichen Zeichenständen berechnen (vgl. etwa *Georges Théodule Guilbaud*, La cybernétique. (Que sais-je?, 638) Paris 1954; engl.: What is Cybernetics? New York 1959).

50 Ebd., S. 82. – Schon 1968 entsteht mit direktem Bezug auf Jacob/Monods molekulare Relais der erste, systematisch und computersimulierte Versuch, die Stabilität und epigenetische Entwicklung von *randomly constructed genetic nets* zu untersuchen, *modeling the genes as a binary device, able only to be on or off*. Die Computerprogramme des jungen, kalifornischen Studenten Stuart A. Kauffman gelangen sofort zu internationaler Bekanntheit (vgl. *Stuart A. Kauffman*, Metabolic Stability and Epigenesis in Randomly Constructed Genetic Nets. In: *Journal of Theoretical Biology* 22 (1969), S. 437–467).

51 *Jacob / Monod*, Genetic Repression, Allosteric Inhibition and Cellular Differentiation. In: *Cyrodifferentiation and macromolecular synthesis*, hg. v. Michael Locke. New York u. London 1963, S. 30–64, hier S. 54.

52 Monod spricht es explizit als ein solches an, vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 76; frz.: Le hasard et la nécessité [Ann. 4], S. 82.

sondern Gestalten. Sie bewegen am Ende den Begriff des Erkennens selbst. Die „stereospezifische Erkennungseigenschaft der Proteine“⁵⁸ ist der Dreh- und Angelpunkt philosophischer Begriffsbildung oder auch „spontaner Philosophie des Wissenschaftlers“ nach Jacques Monod.⁵⁹ Denn auf der Erkennungseigenschaft beruht die *Regulation* und *Funktion* des Organismus bis hin zum Stoffwechsel. Auf ihr und der Fähigkeit mancher Proteine, zwei Zustände anzunehmen, beruht schließlich die ganze *Entwicklung* des Organismus, das ist: die funktionelle Differenzierung der Zellen.⁶⁰

Die Morphogenesen des absoluten Signifikats

Über die Entwicklung der Raumgestalt selbst der Proteine, über ihre „spontane und autonome Morphogenese“,⁶¹ ist allerdings um 1970 im Einzelnen wenig bekannt. Die Morphogenese der Proteine ist ein weißer Fleck und gerade darum diskursiv wirksam. In der begrifflichen Trias von invarianter Reproduktion, Teleonomie und autonomer Morphogenese hat letztere eine Sonderstellung. Invarianz und Teleonomie seien, so Monod, „Eigenschaften“ des Lebewesens, die autonome Morphogenese dagegen sei ein „Mechanismus“. Die Morphogenese der Proteingestalt realisiert Invarianz und Teleonomie allererst, „ruft sie hervor“, *rends compte*.⁶² Sie ist zugleich das „mikroskopische Abbild und die Ursache, *la source*, der autonomen epigenetischen Entwicklung des Organismus selbst“.⁶³

Die Morphogenese der Raumgestalt der Proteine spielt direkt am Übergang von der ersten Dimension zur dritten, genauer: sie ist dieser Übergang. Monod formuliert ihn in verschiedenen Begriffen. *Informationsbe-*

hoch beschrieben hat eine lineare Sequenz von 100 Aminosäuren aus 20 möglichen den einfach zu rechnenden Informationsgehalt von, nach Shannons logarithmischem Gesetz, $\log_2 20^{100} = 432$ bits. Die räumliche Struktur ist schwieriger zu rechnen. Monods Schätzung beläuft sich auf 1000 bis 2000 bits. Das heißt: in der räumlichen Struktur ist mehr Information enthalten als in der Sequenz.⁶⁴ Dieser Widerspruch, *le paradoxe de l'entrichissement épigénétique*, wird schon in den 60er Jahren zur Einfallspforte von, in Monods Sprachgebrauch, „wissenschaftlichen Vitalismen“. Sie orten hier ein *surplus*, das unbeliebt, physikalische Systeme von *la matière vivante* unterscheidet.⁶⁵ Den Übergang von der ersten in die dritte Dimension beschreibt Monod, unterschiedslos technische und kulturelle Begriffe mischend, auch als *Führung*,⁶⁶ als *Andruck* oder schließlich *Interpretation*.⁶⁷ Die Raumstruktur des Proteins gebe der „mehrdedeutigen Botschaft“ der eindimensionalen Sequenz „eine eindeutige Interpretation“. ⁶⁸ Interpretation aber generiert *Sinn*. Und der Sinn der eindimensionalen Sequenz ist nichts anderes als die dreidimensionale Welt der Proteine, die Gesamtheit also von Erkennen, Unterscheiden, Steuern, Schalten, kurz: die Teleonomie des Organismus als solche.

Das äußerste Signifikat dieses Sinns erhebt sich aus der eindimensionalen Sequenz selbst und dem Diskurs über ihre Struktur. Sequenzanalysen – von den 40er Jahren⁶⁹ über die sequenzierungsfreudigen 80er Jahre⁷⁰ bis zum *human genome project* der Jahrtausendwende – gehen, wenn sie endlos Folgen von Aminosäuren scannen und archivieren, allein *bestrebend* vor. Wäre es aber möglich, so Monod, auch „das Gesetz der Zusammenstellung auszusprechen, dem sie gehorchen“?⁷¹ Könnte man ein Gesetz finden, diese Folgen auch zu *generieren*?

Am Horizont taucht ein Versprechen auf: die Vision, das „Geheimnis des Lebens zu durchbrechen“ und „seine *ultima ratio* zu enthüllen“, *le secret*

58 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 105, 113. – „[...] propriétés de reconnaissance stéréospécifique, par formation spontanée de complexes non-covalents“ (*Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 119).

59 Vgl. Louis Althusser Kritik von Monods Amtstrisvorlesung am Collège de France (*Louis Althusser*, Philosophie et philosophie spontanée des savants [1967], Paris 1974; dt.: Philosophische und spontane Philosophie der Wissenschaftler. A. d. Frz. übers. u. m. e. Nachw. v. Frieder Otto Wolf, (Schriften, 4) Berlin 1985).

60 Vgl. *Jacob / Monod*, Genetic Repression [Ann. 51], S. 31.

61 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 105.

62 „Que ce mécanisme en définitive rende compte des deux propriétés n'implique pas cependant qu'il elles doivent être confondues.“ (*Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 33; dt.: Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 25).

63 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 119. „[...] à la fois l'image microscopique et la source“ (*Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 125). Monods Gebrauch des Begriffs „epigenetisch“ ist auf ontogenetische Entwicklungsprozesse im Allgemeinen beschränkt.

64 Vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 118.

65 Etwa der bioionischen Gesetze Walter Maurice Elsassers. Vgl. auch Kap. 2: Vitalismen und Animismen. In *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3].

66 Erst bestimmte „Ausgangsbedingungen“ (wässrige Phase, Temperatur, Ionenzusammensetzung) filtern aus den vielen theoretisch möglichen die eine ganz bestimmte dreidimensionale Struktur.

67 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 120.

68 Ebd., S. 119. „[...] une interprétation univoque d'un message [...] équivoque“ (*Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 125).

69 Vgl. *Chalariain*, Sequences, Conformation, Information [Ann. 31].

70 Vgl. *Hartwig Rabinberger*, Nachwort zur Wiederanfrage von: François Jacob, Die Logik des Lebenden. Eine Geschichte der Vererbung. Frankfurt a.M. 2002, S. 345–354, hier S. 352.

71 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 120. „[...] enoncer la lois d'assemblage à laquelle elles obéissent“ (*Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Ann. 4], S. 126).

perci, l'ultima ratio deorum.⁷² Die Fata Morgana eines absoluten Signifikats allen biologischen Wissens ist erschienen.

In Wirklichkeit zeigt die erste vollständige Sequenzanalyse eines Proteins, Frederick Sangers Beschreibung des Insulins von 1955,⁷³ etwas anderes. Die Abfolge der Aminosäuren ist absolut zufällig. Monod sieht darin eine Folge „natürlicher Zahlen“ (statt einer Folge von Buchstaben, geschrieben etwa von Émile Borels Affen vor der Schreibmaschine).⁷⁴ Die Zahlenfolge hinter dem Komma der Zahl *pi* etwa gehorcht keinem Gesetz als eben dem der transzendenten reellen Zahl *pi*. Aus 199 dieser Zahlen läßt sich durch keine kryptographische Vorhersage oder Markov-Analyse der Welt die nächste Zahl vorhersagen.⁷⁵ Kein Muster, keine Wiederholung, keine Symmetrie scheint in dieser „vom Zufall geschriebenen“⁷⁶ Sequenz entdeckbar. Und trotzdem ist die ganze Folge eindeutig bestimmt. Eine eindeutige Folge charakterisiert das Makromolekül eines bestimmten Proteins und kehrt in jedem Exemplar dieses Moleküls wieder.⁷⁷ Die *Botschaft* der eindimensionalen Sequenz ist „vom Zufall geschrieben. Trotzdem ist sie mit einem Sinn befrachtet. Er offenbart sich in den auswählenden, funktionalen, unmittelbar teleonomischen Wechselwirkungen der globalen Struktur, einer Übersetzung der linearen Reihenfolge in die dritte Dimension.“⁷⁸

In der ersten Dimension herrscht der Zufall, der in der dritten Dimension zu Funktion und Teleonomie, Erkennen und Schalen wird. Beide Dimensionen übersetzen sich einzig und allein durch die Morpho- und Ontogenese des im Raum gefalteten Proteins ineinander. Sie sind die absolute Bedeutung, das absolute Signifikat der Biologie. „Ursprung und Abstammung, *l'origine et la fixation*, der gesamten Biosphäre spiegeln sich in

72 Ebd.

73 Vgl. etwa Chaldarvian, *Sequences, Conformation*, Information [Anm. 31], S. 363–370.

74 Vgl. etwa Gullhaand in seiner Einführung in die Kybernetik und Informationstheorie (vgl. *Gullhaand*, *What is Cybernetics?* [Anm. 57], S. 70).

75 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Anm. 3], S. 121. Jedentfalls bei „direct analysis of the sequence“ (*Monod*, *On symmetry and function in biological systems*. In: *Symmetry and Function of Biological Systems at the Macromolecular Level*, hg. v. Arne Engstrom u. Bior Strandberg. (Nobel Symposium, 11) Stockholm 1969, S. 15–27, hier S. 18).

76 *Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Anm. 4], S. 128; dt.: *Zufall und Notwendigkeit* [Anm. 3], S. 22 („vom Zufall diktiert“).

77 Erst die *reproduktive Invarianz*, die *mathematische Invarianz* aus Replikation, Transkription, Translation der zufälligen Folge „fangt den Zufall ein“, konserviert und reproduziert ihn. Erst damit komme überhaupt die Möglichkeit der Evolution ins Spiel.

78 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Anm. 3], S. 122. – „Message, qui par tous les critères possibles, semble avoir été écrit au hasard. Message cependant chargé d'un sens qui se révèle dans les interactions discriminatives, fonctionnelles, directement téléonomiques, de la structure globale, traduction à trois dimensions de la séquence linéaire.“ (*Monod*, *Le hasard et la nécessité* [Anm. 4], S. 128).

der Ontogenese eines funktionalen Proteins; und der letzte Grund, *la source ultime*, des Projekts, das die Lebewesen darstellen, verfolgen und vollenden, enthüllt sich in dieser Botschaft.“ Ihr Text in seiner absoluten Zufälligkeit bleibt unentzifferbar und spricht von nichts anderem als vom Zufall selbst seiner Entstehung. „Aber gerade darin besteht für uns der tiefste Sinn dieser Botschaft, die uns aus der Tiefe der Zeiten erreicht.“⁷⁹ Die Botschaft ist der Zufall des Signifikanten selbst.

3. L'identification. Epistemologie ohne Begriffe

Die Dialektik des absoluten Signifikats im absoluten Signifikanten und ihre ontologische Aufladung in einer biologisch, politisch, wissenschafts- ristisch programmatisch *anti*-dialektischen Naturphilosophie wird schließlich als Szene wiederkehren: in einer tagträumerischen Halluzination identifiziert sich der Molekularbiologe mit einem Eiweißmolekül.

Merkwürdig ist diese Szene schon darum, weil ja im Wissen des Molekularbiologen der Molekularbiologe selbst durchaus nichts anderes ist als eine schwerere Struktur von Eiweißmolekülen: er existiert als eine solche. Und würde eine Philosophie, die Enzyme, wenn auch nur in Gedanken, mit Maxwells Dämon identifiziert, vielleicht nahelegen, dass der Biologe, der sich mit einem Protein identifiziert, zu Maxwells Dämon höchstpersönlich wird? Womit also identifiziert sich der Biologe? Und was heißt hier Identifikation?

Diesseits aller imaginären Relationen dürfte feststehen, dass sich der Biologe nicht mit einem Eiweißmolekül identifiziert, sondern mit einem bestimmten *Wissen* von Eiweißmolekülen und ihrer räumlichen Gestalt. Dieses Wissen formiert sich als Problem der Anschaulichkeit. Es durchläuft, wie Chadarevian zeigt, drei Stufen von Anschaulichkeit und Nicht-Anschaulichkeit. Die Röntgenkristallographie liefert zweidimensionale Photographien, auf denen ein Muster verschieden dunkler Lichtpunkte zu sehen ist, so genannte Beugungsbilder. Sie werden auf Computern ausgewertet, im Cambridge der 50er Jahre etwa auf Maurice V. Wilkes EDSAC.⁸⁰ Aus den Daten werden schließlich, handwerklich und feinmechanisch,

79 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Anm. 3], S. 123.

80 *Der Elektronische Dataly Storage Automatic Calculator, EDSAC*, der Universität von Cambridge ist der erste Computer, der den Ablauf von Programmen über Bildschirmitröhen und Debugging-Programme anschaulich macht (vgl. *Martin Campbell-Kelly*, *Programming the EDSAC. Early programming activity at the University of Cambridge*. In: *Annals of the History of Computing* 2 (1980) 1, S. 7–56). Und die Programme der Kristallographen werden aufgrund ihrer hohen Komplexität dazu verwendet, den Computer selbst durchzusteuern (vgl. *Chaldarvian*, *Sequences, Conformation*, Information [Anm. 31], S. 374).

sichtbare Modelle räumlicher Moleküle aus Stäben, Drähten, Kugeln hergestellt. Chadarevian berichtet, wie sehr sich, etwa im britischen Fernsehen, „die Molekularbiologen selbst mit diesen Objekten identifizierten oder von der Öffentlichkeit damit identifiziert wurden.“⁸¹

Monods tagträumerische Identifikation mit dem dreidimensionalen Strukturding *Protein* ist weniger bescheiden. Denn sie hat erstens ein berühmtes Vorbild. Sie ist zweitens Quelle oder Produkt einer ganzen Epistemologie. Und sie macht drittens eine Wette auf die wissenschaftliche Realität als solche.

Der Vater aller ‚Strukturchemie‘ und darum chemischen Drahtmodelle⁸² August Kekulé, fuhr, so erzählt er 1890 der zu seinen Ehren versammelten Festgemeinde auf dem großen Berliner ‚Benzolfest‘, eines späten Abends, ‚outside‘ auf dem Dach eines Doppeldeckerbusses durch London, von einem Freund, dem Chemiker Hugo Müller, kommend, mit dem er lange Gespräche über „unsere liebe Chemie“ geführt hatte. Auf der Heimfahrt, im schaukelnden Bus: „Ich versank in Träumereien. Da gaukelten vor meinen Augen die Atome. Ich hatte sie immer in Bewegung gesehen [...] Heute sah ich, wie vielfach zwei kleinere sich zu Pärchen zusammenfügten; wie größere zwei kleine umfäßen, noch größere drei und selbst vier der kleinen festhielten, und wie sich alles in wirbelndem Reigen drehte“, usw. Die vorsprachliche Simulation durchläuft ohne Verzögerung einige Verwandlungen, nicht in Begriffen, aber aufs Papier. „Der Ruf ‚Clapham Road‘ erweckte mich aus meinen Träumereien, aber ich verbrachte einen Theil der Nacht, um wenigstens Skizzen jener Traumgebilde zu Papier zu bringen. So entstand die Strukturtheorie.“⁸³ Auch die Theorie vom Benzolring ist, so ihr Erfinder, einer solchen, berümt gewordenen Träumerei geschuldet. Sie findet im eleganten, aber dunklen „Jungesellenzimmer“ im belgischen Gent statt. Kekulé schreibt an seinem Lehrbuch, „aber es ging nicht recht; mein Geist war bei anderen Dingen. Ich drehte den Stuhl nach dem Kamin und versank in Halbschlaf.“ Wie auf dem Deck des Busses so gaukeln jetzt auch vor dem cartesianischen Kamin die Atome herum, „schlangentartig sich windend und drehend“, und formieren sich schließlich zu jenem berühmten Bild: „Eine der Schlangen

81 *Chadarevian*, Modelle und die Entstehung der Molekularbiologie. In: Struktur, Figur, Kontur. Abstraktion in Kunst und Lebenswissenschaften, hg. v. Claudia Blümlé u. Armin Schäfer. Zürich u. Berlin 2007, S. 173–179, hier S. 176. (Btw. Fass. von: Models and the Making of Molecular Biology. In: Models. The Third Dimension of Science, 2004 [Ann. 31]).

82 Vgl. *Menzel*, Molecules and Croquet Balls [Ann. 31], S. 258–266.

83 *August Kekulé*, Rede gehalten bei der ihm zu Ehren veranstalteten Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft im großen Saal des Rathauses der Stadt Berlin am 1. März 1890 (Benzolfest). In: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 23 (1890), S. 1302 f. (auch auf: www.sgpi.org/vists/geswis/lechn/kek1890.htm, S. 3 f.).

erfasste den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht, um die Konsequenzen der Hypothese auszuarbeiten.“⁸⁴ – Kekulé selbst deutet, vor allen Deutungsversuchen der Psychoanalyse,⁸⁵ seine Träumereien kulturhistorisch. Er habe nach dem Willen seines Vaters zunächst Architektur studieren müssen. Von daher schon sei ihm „ein unwiderstehliches Bedürfnis nach Anschaulichkeit“ geblieben.⁸⁶

Monods Halluzination und die folgende Selbstanalyse sind anders gebaut. Die ärmliche Randbedingung ist ein nicht weiter benanntes Gedankenexperiment, das „mithilfe von Formen, Kräften, Wechselwirkungen simuliert“ wird und „kaum so etwas wie ein ‚Bild‘ im visuellen Sinn des Begriffs“ ergibt. Nicht architektonische Konstruktionen, sondern dynamische Verhältnisse sind also der allgemeine Inhalt des Experiments: schwache Bindungen, van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrücken und hydrophobe Wechselwirkungen, also jenes biochemische Universum, in dem die Morphogenese der molekularen Raumgestalt stattfindet. Am Ende steht eine dreidimensionale Form, aber kein Bild. Morphogenese ist nicht Bildwerdung.⁸⁷ Die Fortsetzung der Selbstanalyse fällt bei Monod etwas anders aus als bei Kekulé. Wo Kekulé zu zeichnen beginnt, philosophiert Monod über Bilder und Symbole selbst. „Ich glaube nämlich nicht, daß man die nichtvisuellen Bilder, mit denen die Simulation arbeitet, als Symbole ansehen sollte, sondern vielmehr als die – wenn ich so sagen darf – subjektive und abstrakte ‚Realität‘, die dem imaginären Experiment direkt zur Verfügung steht.“⁸⁸

Statt sich darum aber für Zeichen und ihre Theorie zu interessieren,⁸⁹ springt Monod direkt zurück ins positive Wissen der modernen Biologie. 1968 berichteten zwei Forscher des Californian Institut of Technology,

84 Ebd., S. 4.

85 Vgl. etwa die Deutung von *Alexander Mitscherlich*, Kekulé's Traum. Psychologische Betrachtung einer chemischen Legende [1965]. In: Psyche (1972), S. 649–655; und die archaisch-dichtersche Deutung *Rudolf Spornel*, Erlangen (www.sgpi.org/th_schnul/pa/kek/pak_kek0.htm).

86 Architektur heißt, so Kekulé: „Descriptionnometrie, Perspective, Schattentheorie, Steinansicht und andere schöne Dinge“. Christoph Menzel analysiert diese Kulturgeschichte – aus sicher guten Gründen *ohne Bezug auf Kekulé's Traum* – auf ein allgemeines Aufblühen des „Konstruktiven“ in Architektur, Technik, Kunst und Fröbels Kindergarten und Baukästen hin, aus denen viele Bauhaus-Architekten kamen (vgl. *Menzel*, Molecules and Croquet Balls [Ann. 31]).

87 Monods Epistemologie morphogenetischer Prozesse würde psychologisch also eher auf das zukünftige, was Freud im Begriff der „Probierhandlung“ zusammenfasst.

88 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 190.

89 Im ganzen Unterschied zu *Jacob*, Le modèle linguistique en biologie. In: *Critique* 30 (1974) 322, mars, S. 197–205).

Jerre Levy-Agresti und Roger Wolcott Sperry, der nationalen Wissenschaftsakademie Amerikas über eine Experimentalserie an lobotomierten Patienten, Patienten also, bei denen die rechte von der linken Gehirnhälfte getrennt wurde.⁹⁰ Bekannt ist, dass die Sprachzentren des menschlichen Gehirns in der linken Gehirnhälfte liegen. Levy-Agresti und Sperry stellen nun Experimente an, in denen die lobotomierten Versuchspersonen (im-merhin als *human patients* angesprochen) „dreidimensionale Formen entweder in der rechten oder in der linken Hand halten“ und diese Formen „ihren nicht entfalterten Formen, *unfolded shapes*, zuordnen sollen“. Die nicht entfalterten Formen wurden als „*expanded patterns* auf Karten gezeichnet und visuell präsentiert“. Die Aufzeichnung von Erfolg und Mißerfolg der Zuordnung, je nachdem, ob das dreidimensionale Objekt in der linken oder der rechten Hand liegt, ergibt, dass die rechte Gehirnhälfte (linke Hand) bei dieser Zuordnung wesentlich erfolgreicher ist als die linke (rechte Hand). „Die Daten besagen, daß die summe, kleinere Gehirnhälfte auf Gestaltwahrnehmung (englisch: *gestalt perception*), spezialisiert ist; sie ist vor allem eine Synthese-Instanz für die Behandlung des Informations-Inputs“, sie ist *a synthesist*.⁹¹ Die, so Monods Referat, „aphasische“ Hemisphäre scheint der „dominanten“ weit überlegen. Sie ist *plus rapide dans la discrimination*.⁹²

Eine Epistemologie, die nicht die Bildung von Begriffen, sondern Simulation an den Anfang allen Wissens stellt, ist im „tiefsten Teil der subjektiven Simulation“ ganz auf das Erkennen und Wiedererkennen dreidimensionaler Objekte orientiert. Und diese Epistemologie hat ein Fundament in den Strukturen des Nervensystems. Monod entwickelt sie nicht nur aus den zwei Hälften des Gehirns. Seine Exkurse in die evolutionäre Neurobiologie (die hier nur mit einem Strich angedeutet werden können) skizzieren eine Stufenfolge „kognitiver Funktionen“ durchs Tierreich, vom Tintenfisch bis zum Menschen, aus dem Problem der optischen Gestaltwahrnehmung: Seit Haldan Keffler Hartline in den 1930er Jahren Techniken erfand, an einer einzigen, isolierten Ganglienzelle eines herausgeschnittenen Froschauges elektrische Entladungen in Abhängigkeit von

90 Trotz aller „Ethik der Erkenntnis“, stehen an der Wurzel der Monodschen Epistemologie also die grausamsten Experimente, die die an Grausamkeiten nicht sparsame Geschichte der Psychiatrie wohl je erdacht hat.

91 *Jerre Levy-Agresti / Roger Wolcott Sperry*, Differential Perceptual Capacities in Major and Minor Hemispheres. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 61 (1968) 3, Nov., S. 1151 [Übers. – P.B.J. – „Die Entdeckungen“, so Levy-Agresti und Sperry, „legen nahe, daß ein möglicher Grund für die zerebrale Lateralisation die basale Unveränderbarkeit sprachlicher Funktionen und synaptischer Wahrnehmungsfunktionen ist.“ (Ebd.).

92 *Monod*, Le hasard et la nécessité [Ann. 4]: S. 196; dt.: Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 191.

Lichtreizen auf der Retina zu messen, wird die Neurobiologie des Sehens optischer Formen eine Wissenschaft des Schaltens. Hartline entdeckt, dass die Retinazellen in Feldern organisiert sind, *receptive fields*, die auf eine bestimmte Ganglionzelle geschaltet sind; nur wenn das Feld als Ganzes erregt wird, feuert die Ganglionzelle.⁹³ Horace B. Barlow wird in den 50er Jahren dann beginnen, die genaue Struktur dieser Felder zu erforschen. Sie haben selbst bestimmte Formen, sind oval oder als Spalt angeordnet.⁹⁴ David H. Hubel und Torsten N. Wiesel, Monods hauptsächlichste Referenz, testen verschiedenste geometrische Formen eines Lichtkegels auf der Retina durch und stellen fest, dass eine genaue geometrische Beziehung „in shape, size, orientation“ von Stimulus und Retinafeld besteht.⁹⁵ Viele Ganglionzellen sprechen nur auf eine einzige, morphologisch definierbare Gestalt und ihre Lage an, einen rechts geneigten Balken etwa, eine spitze Ecke, einen vertikalen Kontrastübergang.

Sehen ist, wenn sich zwei Strukturen gegenseitig erkennen: auf der einen Seite eine geschaltete Struktur, ein bestimmtes räumliches Muster von Retinazellen, auf der anderen Seite ein Muster von Lichtreflexen. Optisches Erkennen ist Wiedererkennen. Ohne Umschweife macht Monod daraus Philosophiegeschichte: Nichts anderes nämlich zeige die moderne Neurobiologie als die nominalistischen Fundamente aller Kognition. Die „Begriffe“ der elementaren Geometrie, *les notions de la géométrie élémentaire*,⁹⁶ sind, so wie sie bei Hartline, Barlow, Hubel/Wiesel erscheinen, nicht Eigenschaften eines Objekts, sondern nervös geschaltete Muster. Monod schließt kurz und schnell: die „eingeborenen Ideen“ Descartes, die kantischen Kategorien, *catégories*, des Verstandes werden von der Neurobiologie offenbar nur bestätigt: Erkennen im Allgemeinen beginnt damit, dass vorgeformte Strukturen sich gegenseitig erkennen.

Kurzum: Überall, wo Monod Begriffe des Denkens denkt, Begriffe des Wissens weiß, landet er bei Formen, *patterns*, Gestalten, deren Genese und Funktion.⁹⁷ Doch lässt sich diese Geschichte nur schwer aus einer

93 Vgl. *Haldan Keffler Hartline*, The Response of Single Optic Nerve Fibres of the Vertebrate Eye to Illumination of the Retina. In: The American Journal of Physiology (1938) 121, S. 400–415.

94 Vgl. *Horace Barlow*, Summation and Inhibition in the Frog's Retina. In: Journal of Physiology (1953) 119, S. 69–88.

95 *David H. Hubel / Torsten N. Wiesel*, Receptive Fields of Single Neurons in the cat's Striate Cortex. In: Journal of Physiology (1959) 148, S. 574–591, S. 587.

96 *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 186; fr.: Le hasard et la nécessité [Ann. 4], S. 192.

97 Das gilt schließlich auch für Monods anthropologische Exkurse am Leitfaden von *André Leroi-Gourhan*, La geste et la parole. 2 Bde. Paris 1964/65; dt.: Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Frankfurt a.M. 1984; vgl. *Monod*, Zufall und Notwendigkeit [Ann. 3], S. 161–164. Ausgangspunkt Leroi-Gourhans ist eine detaillierte Mor-

Geschichte von Begriffen denken. Denn sie sind der Heraufkunft eben jenes Objekts geschuldet, mit dem Jacob/Monod selbst alles Wissen von den Lebewesen umstürzte: den im Raum formierten, dreidimensionalen Makromolekülen, den globulären Eiweißmolekülen in ihrer topologischen Struktur und „kognitiven Funktion“. Monods Epistemologie von Simulation, Projekt, Gedankenexperiment handelt von nichts anderem als dem Erkennen und Wiedererkennen aufgefaterter, drei-dimensionaler Formen: der Genitiv sowohl im *subjektiven* als auch *objektiven* Sinne. In diesem Führen eines Genitivs liegen alle Fragen nach dem Begriff in Monods Naturphilosophie der modernen Biologie beschlossen. Wo es halluzinativ wird, steht schließlich die wissenschaftliche Realität als solche auf dem Spiel. Denn die „subjektive und abstrakte ‚Wirklichkeit‘, die dem imaginären Experiment direkt zur Verfügung steht“, läuft nicht über das Nervensystem. Sie läuft über ein Subjekt.

Der modernen Kognitionsforschung entgeht dieses Subjekt und seine Realität, selbst dort, wo sie nach der „Semantik in visuellen Modellen“ fragt. Denn diese Realität ist ihr *non nomberein* kognitiv. „Als körperliche Lebewesen in einer räumlichen Umwelt erleben wir Raum und Bewegung auf einer grundlegenden vorbegrifflichen Ebene unseres Daseins.“⁹⁸ Auch wenn Humberto R. Maturana seit seiner *Biology of Cognition* von 1970 biologische als geschlossene Systeme denkt und „in den Operationen des Nervensystems die Ununterscheidbarkeit von Wahrnehmung und Halluzination“⁹⁹ entgeht ihm die Frage nach der Realität seines eigenen Wissens. Denn er stellt überhaupt nur Fragen nach der Kognition.

Jacques Lacans Psychoanalyse dagegen, lange bevor sie räumliche Objekte in Anamorphosen und optischen Tricks erscheinen und verschwinden lässt, entwickelt die Genese des Realitätsprinzips und seines, letztlich, wissenschaftlichen Subjekts aus dem Schicksal seiner Objekte im Raum. Die Realität entsteht aus einer bestimmten Beziehung zum Raum. Sie ist es, die den Menschen vom Tier unterscheidet. Denn die Beziehung zum

photologie von zu Werkzeugen behauenen Steinen. Der entscheidende Sprung von der vertikalen zur tangentialen Schlagrichtung bei der Bearbeitung der Steine geht nach Leroi-Gourhan mit der Existenz der „Form“ des künftigen Gegenstands „im Geiste des Bearbeiters“ einher.

98 *Jean Galien*, Semantik in visuellen Modellen. Räumliche Regularitäten und körperliche Erfahrungsmuster als Bedeutungsträger visueller Modelle. In: Visuelle Modelle, hg. von Ingeborg Reiche, Steffen Siegel u. Achim Spelten, München 2008, S. 285–300, hier S. 294.

99 *Humberto R. Maturana*, Introduction. In: H. R. Maturana / Francisco J. Varela, *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living with a preface to ‚Autopoiesis‘* by Sir Stafford Beer. Dordrecht, Boston u. London, S. XVI. – Schon McCulloch und Pitts fragten 1943 nach der Realität der Halluzination, wenn das Nervensystem ein geschlossener Schaltkreis ist (*Warren S. McCulloch / Walter H. Pitts, A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*, In: Bulletin of Mathematical Biophysics 5 (1943), S. 115–133).

Raum ist beim menschlichen Subjekt *identifikatorisch*. Wo etwa Hans Bühlers Schimpanse vor dem Spiegel auf ihr Bild „echomimisch“ reagieren, mimetisch oder nachahmend, da findet sich das menschliche Subjekt sofort in einer räumlichen Identifikation befangen,¹⁰⁰ der „globalen Angleichung einer Struktur gegenüber“.¹⁰¹ Gerade aus dem von Freud entdeckten „Prozess der Identifizierung“, so eine frühe Freudlektüre Lacans, bildet sich die Realität des Subjekts als psychische Tatsache und Prinzip,¹⁰² auf ihm basiert, wie es ein früher Versuch über die Epistemologie der Psychoanalyse unter dem Titel *Aut-dela du ‚Principe de realite‘* entwickelt, die wissenschaftliche Realität.

Sie ist kein kognitiver Prozess. Denn die Realität der Objekte entsteht aus einer „bestimmten affektiven Tiefe“, die, so Lacan 1938, nur meta-phorisch zu beschreiben ist: als *Dichte* des Gegenstands, als *Perspektive* und *Gefühl der Entfernung* des Gegenstands, die allesamt in eine Art *Achtung vor dem Objekt* münden.¹⁰³ Es ist also die Stabilisierung und Morphogenese eines räumlichen Objekts überhaupt, an denen sich das Subjekt artikuliert und schließlich die Differenz von Halluzination und Realität.¹⁰⁴ Aber die Dimension der Realität – *la fonction du réel* (Pierre Janet) – ist präkär. „Erwiesen wird jene Dimension in den Schwankungen der Realität, die den Wahn befruchten: wenn das Objekt mit dem Ich zu verschmelzen und zugleich in ein Phantasma zu zergehen strebt, wenn es zerlegt erscheint gemäß einem jener Gefühle, die das Gespenst der Unwirklichkeit bilden [...]“¹⁰⁵ Am Ende setzen hier nicht nur die familialen Komplexe der Pathologie an, sondern eine Pathologie des Wissens.

Monods Tagtraum stellt die einfache begriffstheoretische Frage: Ist er von *abwesenden Begriffen* induziert oder von einem *anwesenden Ding*? Denn auf der einen Seite tritt das als solches angesprochene „letzte Geheimnis“ der Monodschen Naturphilosophie, die globulären Proteine in ihrer Raumgestalt, auch begrifflich auf, als Begriff des „stereospezifischen, non-kovalenten Komplexes“. Er wandert in langen Ketten begrifflicher Verschiebungen

100 *Jacques Lacan*, La Famille. In: Encyclopédie française, hg. v. Anatole P. A. de Monzie. Bd. 8: La vie mentale, hg. v. Henri Wallon. Paris 1938, 40.3–40.16 und 42.1–42.8; dt.: Die Familie (übers. v. F. A. Kitley), Schriften III, hg. v. Norbert Haas. 3., korrig. Aufl. Weinheim u. Berlin 1994, Bd. 3, S. 39–100, hier S. 58.

101 *Lacan*, Jenseits des ‚Realitätsprinzips‘ (übers. v. F. Kaltenbeck). In: Schriften III (Anm. 100), S. 15–37, hier S. 33.

102 Ebd.

103 *Lacan*, Die Familie [Anm. 100], S. 67.

104 Der „Begriff einer Autonomie der Formen“ wäre, so Lacan, Freuds assoziationsischem Atomismus verschlossen geblieben. (Ebd., S. 69).

105 Ebd., S. 67 f.

zwischen Technik, Biologie, Philosophie, Physik hin und her. Auf der anderen Seite reißt das dreidimensionale Strukturding des Proteins alle Begriffe an sich und zuletzt den Begriff des Begriffs selbst. *Dann* kehrt es als Halluzination wieder. Denn dieses Ding als dreidimensionale Struktur existiert nicht im Begriff, sondern in röntgenkristallographischen Photos, Computerprogrammen, Drahtmodellen und experimentellen Anordnungen. Als solches springt es auf andere Kontexte über und wird in seiner selbst kristallinen Morphologie zum Kristallisationskern eines Gedankenexperiments. Als Ding läuft das globuläre Protein durch Monods System, um die rekursive Geschlossenheit einer Naturphilosophie des 20. Jahrhunderts zu erzeugen: von Neurologie, Anthropologie, Epistemologie, im Bannkreis einer Biologie, die auf Erkennen und Wiedererkennen makromolekularer Strukturen im Raum operiert. Und als Ding wird es mit dem Subjekt des Wissens schließlich durchbrennen wie der Stallknecht mit der Gutsheerin.

MATERIALITÄT UND PRAXEN

**Begriffsgeschichte
der Naturwissenschaften**

Zur historischen und kulturellen Dimension
naturwissenschaftlicher Konzepte

Herausgegeben von

Ernst Müller und Falko Schmieder

Walter de Gruyter · Berlin · New York

Vorwort

Der vorliegende Band geht auf eine im Februar 2007 von den Herausgebern am *Zentrum für Literatur- und Kulturforschung* (Berlin) veranstaltete Tagung zurück. Sie diente der Vorbereitung eines Projektes zur *Interdisziplinären Begriffsgeschichte*, doch hat uns ein breiteres wissenschaftliches Interesse dazu ermuntert, die dort gehaltenen Vorträge zu veröffentlichen. Der Band führt Vertreter unterschiedlichster Disziplinen wie Philosophen, Naturwissenschaftler, Wissenschaftshistoriker, Philologen und Kulturwissenschaftler zusammen. Es ist dabei keineswegs zufällig, sondern der Thematik geschuldet, dass viele der Autoren über die Doppelqualifikation eines geistes- und eines naturwissenschaftlichen Faches verfügen und mithin die Grenze zwischen den ‚zwei Kulturen‘ (Charles Percy Snow) gleichsam professionell unterlaufen. Der Titel ‚Begriffsgeschichte der Naturwissenschaften‘ erweckt dagegen den Eindruck, zunächst die Trennung der zwei Kulturen erneut zu befestigen und die Dichotomien nur einseitig zu kreuzen. Dennoch schien es angebracht, den Fokus einmal scharf auf das heikelste Problemfeld einer interdisziplinären Begriffsgeschichte zu lenken und die Grenzüberschreitungen von hier aus zu starten.

Die Autoren waren aufgefordert, exemplarische begriffsgeschichtliche Untersuchungen mit methodischen Überlegungen zu verknüpfen. Der Ertrag des Bandes liegt deswegen auch in Beiträgen zur Geschichte ausgewählter Begriffe: Experiment, Gen, Protein, Information, Katalyse, Reflex, Zelle, Schwelle – Grad – Intensität, Projektion, Elektrizität, Masse – Gravitationsmasse, Körper, Medium, Diversität und Oszillation.

Wir freuen uns, dass sich nicht nur nahezu alle Tagungsteilnehmer an dieser Publikation beteiligt haben, sondern mit Gunhild Berg, Peter Berz, Orniel E. Drof, Oñad Parnes, Erik Porath, Frank Rösl und Benjamin Steininger die Liste der Autoren und damit das Themenspektrum noch stark erweitert werden konnte.

Der besondere Dank der Herausgeber geht an Sigrid Weigel. Sie hat nicht nur die Tagung großzügig unterstützt, sondern überhaupt zur kulturwissenschaftlichen ‚Neuentdeckung‘ der Begriffsgeschichte sowie zur Schärfung der hier verhandelten Fragestellungen wesentlich beigetragen. – Problemlos und professionell gestaltete sich die Zusammenarbeit mit dem Verlag Walter de Gruyter, der der Veröffentlichung dieses thematisch

© Gedruckt auf säurefreiem Papier,
das die US-ANSI-Norm über Haltbarkeit erfüllt.

ISBN 978-3-11-020809-2

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Copyright 2008 by Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 10785 Berlin.

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung
außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages
unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikro-
verfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany

Einbandentwurf: Martin Zech, Bremen

Druck und buchbindende Verarbeitung: Hubert & Co. GmbH & Co. KG, Göttingen

hybriden Buches ohne Zögern zugestimmt hat. – Veit Friemert hat uns mit der Übersetzung des Beitrages von Omiel Droz unterstützt. – Herzlich danken wir schließlich Silvia Pohl, die mit bewährter Sorgfalt und Geduld das Manuskript lektoriert und druckfertig gestaltet hat.

Ernst Müller, Falco Schmieder

Berlin, September 2008

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
<i>Ernst Müller / Falco Schmieder</i>	
Einleitung	XI
<i>Hans-Jörg Rheinberger</i>	
Begriffsgeschichte epistemischer Objekte.....	1
BEGRIFFS- UND FIGURENGESCHICHTLICHE BEISPIELE	
<i>Erich Kleinschmidt</i>	
Schwelle, Grad, Intensität. Zur Formierung dynamischer Denkfiguren im Wissensdiskurs des 18. Jahrhunderts.....	13
<i>Obad Parnes</i>	
Vom Prinzip zum Begriff. Theodor Schwann und die Entdeckung der Zelle.....	27
<i>Benjamin Steininger</i>	
Katalysator – Annäherung an einen Schlüsselbegriff des 20. Jahrhunderts	53
<i>Falco Schmieder</i>	
„Entwertungsarten“ im Zusammenhang Zur interdisziplinären Geschichte des Projektionsbegriffs	73
METAPHER UND ÜBERTRAGUNG	
<i>Dieter Teichert</i>	
Haben naturwissenschaftliche Begriffe eine Geschichte? Anmerkungen zum Zusammenhang von Metaphorologie und Begriffsgeschichte bei Hans Blumenberg	97

<i>Christian Strub</i> Von der ‚Großen Kette der Wesen‘ zur ‚Kette der Kultur‘ Eine Frage zur Verbindbarkeit von Traditionengehalten	117
<i>Ernst Müller</i> Übertragungen im Informationsbegriff	129
REFLEX UND BEGRIFF	
<i>Hennig Schmidgen</i> Dreifache Dezentrierung. Gangulhem und die Geschichte wissenschaftlicher Begriffe	149
<i>Philipp Sarasin</i> Die Sprache des Fehlers. Foucault liest Gangulhem (und Darwin)	165
<i>Yvonne Wübbers</i> Kontinuität und Kontamination. Georges Gangulhems Begriffsgeschichte des Reflexes	175
<i>Margarete Vöhringer</i> Reflex. Begriff und Experiment	203
(RE)KONSTRUKTIONEN DER BEGRIFFSGESCHICHTE	
<i>Winfried Thielmann</i> Begrifflich angeleitete Natursimulation im physikalischen Experiment von Galilei bis Hertz – Zur historischen Rekonstruktion physikalischer Grundbegriffe	215
<i>Andreas Bartels</i> Die Konstruktion semantischer Kontinuität in der wissenschaftlichen Begriffsbildung	223
<i>Carsten Dutt</i> Funktionen der Begriffsgeschichte	241
<i>Erik Porath</i> Begriffsgeschichte des Mediums oder Mediengeschichte von Begriffen? Methodologische Überlegungen	253

VOR UND GEGEN DEN BEGRIFF

<i>Orniel E. Dror</i> Emotion in der Maschine	275
<i>Frank Rös!</i> Oszillation und Reversibilität. Neue Begrifflichkeiten in der Krebsforschung? Vom Quendenken innerhalb von Begriffstraditionen	287
<i>Peter Berz</i> Monods Tagtraum. Begriff und Gestalt	301

MATERIALITÄT UND PRAXEN

<i>Ganbild Berg</i> Die Geschichte der Begriffe als Geschichte des Wissens. Methodische Überlegungen zum ‚practical turn‘ in der Historischen Semantik	327
<i>Olaf Breiðbach</i> Begriff und Praxis am Beispiel der Elektrizitätslehre um 1800	345
Zu den Autoren	365
Personenregister	371