

Philosophische Fakultät  
Fachbereich Philosophie

# Magisterarbeit

Konstruktivismus und Nativismus  
Die Debatte zwischen Jean Piaget und Noam Chomsky

vorgelegt von **Manuel Möller**

Chemnitz, den 17. Januar 2006

1. Gutachter: **Prof. Dr. Dieter Münch**
2. Gutachter: **PD Dr. habil. Thomas Rolf**

**Möller, Manuel**

Markusstraße 31, 09130 Chemnitz

E-Mail-Adresse: manuelm@manuelm.org

Matrikelnummer: 51734

Magisterarbeit, Philosophische Fakultät

Studiengang: M.A. Philosophie / Informatik

Technische Universität Chemnitz, Januar 2006

### **Abstract**

Diese Arbeit befasst sich mit zwei ebenso alten wie bis in die Gegenwart bedeutsamen kontroversen Positionen in der Philosophie- und Wissenschaftsgeschichte: Einerseits dem Nativismus, der davon ausgeht, dass (wesentliche) Ideen in den Menschen eingeboren sind, hier vertreten durch die Position Noam Chomskys, dessen Arbeiten über eine universelle Grammatik die Linguistik im 20. Jahrhundert revolutionierten und weitreichende Auswirkungen auf Philosophie und Kognitionswissenschaften hatten. Dem gegenübergestellt wird die Position von Jean Piaget, der als Entwicklungspsychologe aus seiner Arbeit mit Kindern ein radikal konstruktivistisches Stufenmodell der Erkenntnisentwicklung vom Baby bis zum wissenschaftsfähigen Erwachsenen entwickelt hat, das auf angeborene Ideen verzichtet. Dargestellt werden historische und erkenntnistheoretische Hintergründe dieser interdisziplinären Streitfrage und die Argumente beider Positionen.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>I</b>
1.1	Motivation . . . . .	I
1.2	Sprache ist eine anthropologische Konstante . . . . .	3
1.3	Sprachvielfalt . . . . .	4
1.4	Mythos der reinen Sprache . . . . .	4
1.5	Universelle Spracheigenschaften . . . . .	5
1.6	Praktische Bedeutung der Fragestellung . . . . .	7
1.7	Zitierweise . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Jean Piaget: Konstruktivismus</b>	<b>10</b>
2.1	Biographische Übersicht . . . . .	10
2.2	Begriffsbestimmung: ›Konstruktivismus‹ . . . . .	12
2.3	Leitmotive . . . . .	13
2.3.1	Assimilation und Akkomodation . . . . .	13
2.3.2	Schema . . . . .	14
2.3.3	Äquilibration . . . . .	14
2.3.4	Erkenntnisentwicklung beim Kind . . . . .	16
2.3.5	Kritik am Empirismus . . . . .	17
2.3.6	Kontroverse mit Behaviorismus . . . . .	18
2.3.7	Konstruktiver Aspekt der Erkenntnis . . . . .	19
2.4	Stufenmodell . . . . .	21
2.4.1	Moralische Entwicklung nach Kohlberg . . . . .	21
2.4.2	Entwicklungsstufen nach Piaget . . . . .	22
2.4.3	Die sensomotorische Intelligenz . . . . .	24
2.4.4	Das präoperatorische Denken . . . . .	24
2.4.5	Die konkreten Operationen . . . . .	25
2.4.6	Die formalen Operationen . . . . .	26
2.5	Kritik an Piaget . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Noam Chomsky: Nativismus</b>	<b>29</b>
3.1	Biographische Übersicht . . . . .	29
3.2	Begriffsbestimmung ›Nativismus‹ . . . . .	30
3.3	Leitmotive . . . . .	30

3.3.1	Kognitionswissenschaft . . . . .	31
3.3.2	Anlehnung an die harte KI . . . . .	33
3.3.3	Symbolische Informationsverarbeitung . . . . .	37
3.3.4	Unterscheidung von Kompetenz und Performanz . . . . .	38
3.3.5	Unterbestimmtheit . . . . .	39
3.4	Generative Transformationsgrammatik . . . . .	41
3.4.1	Linguistik vor Chomsky . . . . .	41
3.4.2	Grundlegende Aspekte einer Universalgrammatik . . . . .	42
3.4.3	Allgemeine Prinzipien . . . . .	43
3.4.4	Phrasenstruktur-Regeln . . . . .	44
3.4.5	Transformationsregeln . . . . .	47
3.4.6	Der Head-Parameter . . . . .	49
3.4.7	Das Projection-Principle . . . . .	50
3.5	Kritik an Chomsky . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Die Debatte zwischen Piaget und Chomsky</b>	<b>53</b>
4.1	Historische Vorläufer dieser Debatte . . . . .	53
4.1.1	René Descartes . . . . .	54
4.1.2	John Locke . . . . .	55
4.2	Unterschiedliche Zugangsweisen . . . . .	56
4.2.1	Biologie gegen Linguistik . . . . .	57
4.2.2	Holismus gegen Dekompositionismus . . . . .	59
4.2.3	Lerntheorie gegen Sprachtheorie . . . . .	59
4.3	Die direkte Konfrontation . . . . .	60
4.4	Ablehnung des Behaviorismus . . . . .	61
4.5	›fixed nucleus‹ . . . . .	61
4.6	Zwei Entwicklungstheorien . . . . .	62
4.7	Angeborene Funktion zum Spracherwerb . . . . .	68
4.8	Spekulativer Nativismus . . . . .	70
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>72</b>
5.1	Aktueller Stand der Wissenschaften . . . . .	72
5.2	Spiegelneuronen . . . . .	73
5.3	Kreolensprachen . . . . .	74
5.4	›Das Pendel schwingt in Richtung Nativismus...‹ . . . . .	75
5.5	Kritik an Kognitivismus und Funktionalismus . . . . .	76
5.6	Abschließende Bemerkungen . . . . .	77
<b>6</b>	<b>Personenregister</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>Sachregister</b>	<b>80</b>

Abbildungsverzeichnis	83
Literaturverzeichnis	85





# I Einleitung

## I.1 Motivation

Das 20. Jahrhundert könnte auch das »Jahrhundert der Kommunikationen« genannt werden<sup>1</sup>. Kurz vor seinem Beginn wurde das Telefon patentiert<sup>2</sup> und etablierte sich binnen kurzer Zeit als allgemeines Kommunikationsmittel für die Überbrückung großer Distanzen, über die bis dahin nur durch Briefe ein Austausch möglich war. Ebenfalls in diesem Jahrhundert haben Fernsehen und Radio die Kommunikation revolutioniert, indem sie über die Grenzen von Kontinenten hinweg verteilten Gruppen von Menschen das Erlebnis desselben Ereignisses zur selben Zeit ermöglichten<sup>3</sup>. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben Computer und Internet der Kommunikation eine weitere Dimension hinzugefügt: Ein beträchtlicher Anteil am Bruttosozialprodukt aller Industrienationen wird inzwischen von Berufsgruppen erwirtschaftet, die zunächst »Kommunikator« sind. Journalisten, Lehrer, Berufe aus den Bereichen Werbung und Public Relations und viele mehr.

Durch ihre große Bedeutung ist die Kommunikation zu einem umfangreichen und vielseitigen Forschungsgebiet geworden. Unter denen, die die zahlreichen Aspekte von Kommunikation untersuchen, finden sich Sprachwissenschaftler, Medienwissenschaftler und Forscher aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz<sup>4</sup> (KI), um nur ein paar Forschungszweige zu nennen. Weil Kommunikation in den meisten Fällen durch irgendeine Art von Sprache geschieht, wird besonders die Sprache intensiv erforscht. Durch die Geistesgeschichte hindurch glaubten viele Philosophen und Wissenschaftler, dass Sprache eine ausschließlich dem Menschen eigene Fähigkeit ist und dass wir durch ihre Untersuchung Einblick in das menschliche Denken oder gar das Wesen der Welt als ganze<sup>5</sup> erlangen können. Auf diese Weise verspricht

---

<sup>1</sup>Dieser und die folgenden einleitenden Gedanken lehnen sich an [Foss&Hakes 1978, S. 3] an.

<sup>2</sup>Das Telefon wurde ab Mitte des 19. Jahrhunderts parallel von einer Reihe von Forschern und Erfindern entwickelt. Zur Marktreife brachte es schließlich Alexander Graham Bell im Jahr 1876 [Brockhaus, »Telefon«].

<sup>3</sup>Vgl. etwa die Liveübertragung im Fernsehen der ersten bemannten Mondlandung und den ersten Schritten Neil Armstrongs auf dem Mond.

<sup>4</sup>Der Begriff der Künstlichen Intelligenz (KI) ist heute weit verbreitet und hat im Vulgärgebrauch einen unscharfen Begriffsinhalt. In dieser Arbeit ist mit KI der Zweig der Computerwissenschaft gemeint, der »sich zum Ziel gesetzt hat, Maschinen zu Leistungen zu befähigen, zu denen bisher nur menschliches Denken in der Lage war. Das menschliche Denken soll durch den Computer nachgebildet werden, was zur Folge hat, dass der Mensch von der Maschine nicht mehr nur in Bereichen ersetzt wird, die körperliche Kraft [Industrieroboter] oder routinemäßiges Handeln [allgemeine Maschinen] erfordern, sondern auch in Gebieten, zu deren Bewältigung Intelligenz benötigt wird« [Münch 1992, S. 7].

<sup>5</sup>Vgl. die Argumentation der Analytischen Philosophie: Warum sollte man Sprachphilosophie für Ontologie verwenden? Die Argumentation dafür lässt sich wie folgt zusammenfassen: 1. Menschen kommunizieren un-

die Untersuchung der Sprache sowohl unser äußeres, *interindividuelles*, als auch unser inneres *intraindividuelles* Wesen besser erklären zu können [Foss&Hakes 1978, S. xii-xiv]. Ein großer Teil der Psychologie, von physiologischen Untersuchungen der Muskelkontrolle bis hin zur Sozialpsychologie der Überredung, kann als bedeutsam für menschliche Kommunikation aufgefasst werden.

Beträchtliche Fortschritte in den jungen Disziplinen der KI und der Kognitionswissenschaft<sup>6</sup> haben der zunächst philosophischen Frage danach, was einen Menschen ausmacht, konkretere Aspekte hinzugefügt. Anstatt zu fragen, ob das Wesen des Menschen zuerst Trieb oder Vernunft sei, fragt die KI pragmatisch, mit welchen Fähigkeiten ein Wesen ausgestattet sein muss, um sich so intelligent wie ein Mensch verhalten zu können. Die Kognitionswissenschaft untersucht Theorien, wie Informationen im Gehirn verarbeitet werden nicht zuletzt anhand von Simulationen auf Computern.

Ein gleichermaßen wichtiges und kontrovers diskutiertes Thema ist dabei der Bereich der Sprache. Ausschließlich die menschliche Spezies verfügt über eine abstrakte Sprache, während auch die höheren Affenarten eine solche nicht besitzen. Auf der einen Seite lernen Kinder Sprache in wenigen Jahren und sie lernen sie »nebenbei«, also nicht, indem sie eine Reihe von grammatischen Regeln auswendig lernen und anschließend wie mathematische Formeln anwenden, sondern hauptsächlich durch Beobachtung des Sprechens anderer und Ausprobieren eigener Formulierungen im Gespräch mit anderen. Auf der anderen Seite sind bisher alle Bemühungen fehlgeschlagen, ein formales Modell für das Sprachverständnis zu entwickeln. Anfangserfolge mit meist kurzen und einfachen Programmen auf dem Gebiet der KI in den 1960er und 1970er Jahren erwiesen sich lediglich in sehr eng begrenzten Domänen<sup>7</sup> als brauchbar. Zunächst gefeiert als Schlüssel für ein Verständnis der der Sprache zugrunde liegenden Regelmäßigkeiten stellte sich schnell heraus, dass sich keiner dieser Ansätze für ein allgemeines Sprachverständnis generalisieren ließ [Dreyfus 1972].

Wie ist es möglich, dass Sprache auf der einen Seite von Kindern so mühelos und in wenigen Jahren erlernt werden kann, während sie nach dem aktuellen Stand der Forschung keinen so allgemeinen Regeln folgt, dass sie für Computer formalisierbar und anwendbar wären? Auf diese Frage gibt es eine Vielzahl von Antworten. Zwei Extrempositionen werden von den in dieser Arbeit vorgestellten Autoren vertreten.

Jean Piaget ist einer der bedeutendsten Entwicklungspsychologen. Er hat bei Kindern untersucht, nach welchem Schema sie sich ihr Verständnis der Welt aneignen und geht mit seiner Theorie des »Schema-Mechanismus« von einem stets konstruktiven Akt des Lernens

---

tereinander. 2. Kommunikation ist nur deshalb möglich, weil sich die Kommunikationspartner einig über gewisse Grundstrukturen der Wirklichkeit sind. 3. Was muss es also auf der Welt geben, damit dieses Einverständnis möglich ist? 4. Daraus Anforderungen für Ontologie ableiten. [Runggaldier&Kanzian 1998]

<sup>6</sup>Die Kognitionswissenschaft »wird als ein multidisziplinäres Unternehmen verstanden, das die verschiedenen Wissenschaften, die sich mit psychischen Phänomenen oder Kognitionen befassen – wie die Psychologie, die Linguistik, die künstliche Intelligenz, die Neurologie, die Anthropologie, die Philosophie – zu integrieren sucht« [Münch 1992, S. 8].

<sup>7</sup>Domäne: Ein abgrenzbares Problemfeld des täglichen Lebens; Spezial- bzw. Wissensgebiet [Brockhaus].

aus: Das Kind ist nie bloßer Beobachter seiner Umgebung. Lernen und Erkenntnis sind immer ein aktiver Vorgang, in dem bereits vorhandenes Wissen methodisch auf neu eintreffende Reize angewendet wird. Piaget zufolge kommt ein Kind weitgehend ohne Vorwissen und angeborene Erkenntnismethoden auf die Welt und »konstruiert« sich sein Weltverständnis aktiv<sup>8</sup>.

Noam Chomsky gilt als einer der bedeutendsten Linguisten des 20. Jahrhunderts. Er entwickelte eine abstrakte Universalgrammatik, mit der er nicht nur im Bereich der Sprachwissenschaften sondern u.a. auch auf dem Gebiet der theoretischen Informatik wichtige Grundlagen geschaffen hat. Chomsky geht im Gegensatz zu Piaget davon aus, dass für das Verständnis von Sprache bereits genetische Grundlagen im Gehirn veranlagt seien, zu denen er das »Language Acquisition Device« zählt.

## 1.2 Sprache ist eine anthropologische Konstante

Menschen kommunizieren auf sehr unterschiedliche Weisen miteinander. »Ein Blick kann töten«, eine Handbewegung einen langen Vortrag »wegwerfen«. Unter allen Kommunikationsmitteln ist Sprache jedoch bei weitem das wichtigste. Vielfach wurde behauptet, dass Sprache das wichtigste Merkmal sei, das den Menschen von allen anderen Lebensformen unterscheidet. Der französische Naturforscher George Louis de Buffon (1707-1788) nannte als erster dieses Kriterium zur Unterscheidung von Menschen und Tieren [Marx 1967, S. 556]. »Sie überträgt eine subjektive Erfahrung, eine eigentümliche, jedes Mal neue Simulation. Darin weicht die menschliche Sprache ebenfalls radikal von der tierischen Verständigung ab, die sich auf Lockrufe und Warnungen beschränkt [...]« [Monod 1970, S. 137]. Alle Menschen, abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen, erlernen während ihrer frühen Kindheit eine Muttersprache. Dies gilt für alle uns bekannten Kulturen auf allen Erdteilen. In der Tat ist die Fähigkeit zu Sprechen für Menschen so selbstverständlich, dass wir die Unfähigkeit zu Sprechen als pathologisches Merkmal identifizieren. Sprache scheint also zum Menschen so sehr dazugehören wie die Tatsache, dass er zwei Arme und zwei Beine hat. Sie ist das Medium, um mit anderen Menschen über eine riesige Fülle von Einstellungen und Informationen zu kommunizieren. Erst die Sprache ermöglicht die Herausbildung einer Kultur mit Tradition, in der die Handlungen und Gedanken eines Menschen vor hunderten von Jahren noch gegenwärtiges Denken, Entscheiden und Handeln beeinflussen können. Sprache ermöglicht es dem Individuum, sich in einem Maß selbst auszudrücken, das keine andere Spezies auch nur annähernd erreicht. Während die Eigenschaft, dass ein Mensch über Sprache verfügt, für uns selbstverständlich ist und sie unser zentrales Kommunikationsmittel ist, ist ihre Funktionsweise nicht so einfach zu klären. Im folgenden sollen einige Eigenschaften von Sprache aufgezeigt werden, die über das intuitiv Selbstverständliche hinausgehen.

---

<sup>8</sup>Auch in der KI wurde dieser Ansatz untersucht [Drescher 1991]. In der gegenwärtigen Literatur finden sich jedoch keine Hinweise darauf, dass dadurch ein nennenswerter Durchbruch gelungen wäre.

### 1.3 Sprachvielfalt

Obwohl Sprache für den Menschen universell ist in dem Sinne, dass alle Menschen während ihrer Kindheit eine Sprache, die Muttersprache lernen und fortan ständig zur Kommunikation mit anderen Menschen verwenden, gibt es eine große Zahl unterschiedlicher Sprachen und innerhalb vieler Sprachen wiederum zahlreiche Dialekte. Wenn zwei oder mehr Menschen sich untereinander einigermaßen verständlich machen können, was ihre Meinungen und Absichten sind, so sagt man, dass sie dieselbe *Sprache* sprechen. Für Menschen, die dieselbe Sprache in derselben gesellschaftlichen und geographischen Gruppe lernen und sprechen, spricht man davon, dass sie den gleichen *Dialekt* [Foss&Hakes 1978, S. 4f] nutzen. Diese Definitionen sind deshalb so ungenau und dehnbar, weil die Grenze zwischen Dialekt und Sprache fließend ist. Während sich z.B. Sprecher der beiden chinesischen Dialekte Mandarin und Cantonese nicht untereinander verständlich machen können, können sich Sprecher der Sprachen Deutsch und Niederländisch – wenn auch etwas mühselig – austauschen.

### 1.4 Mythos der reinen Sprache

Viele Menschen gehen intuitiv davon aus, dass es zu jeder Sprache eine Reinform gebe und alle davon abgeleiteten Dialekte bloß unreinere Varianten der reinen Sprache seien. Die Abbildung 1.1 (a) zeigt eine Schematisierung dieser Annahme. Teil (a) zeigt ein hierarchisches Sprachmodell, das der Annahme einer reinen Sprache L folgt, von der die Dialekte  $D_1$  bis  $D_7$  abgeleitet sind; Teil (b) zeigt ein realistischeres Modell der Verwandtschaft der Dialekte, worin die Länge der Kanten die relative Nähe bzw. Entfernung der einzelnen Dialekte symbolisiert. Größere Ähnlichkeit wird also durch eine kürzere Kante dargestellt<sup>9</sup>.

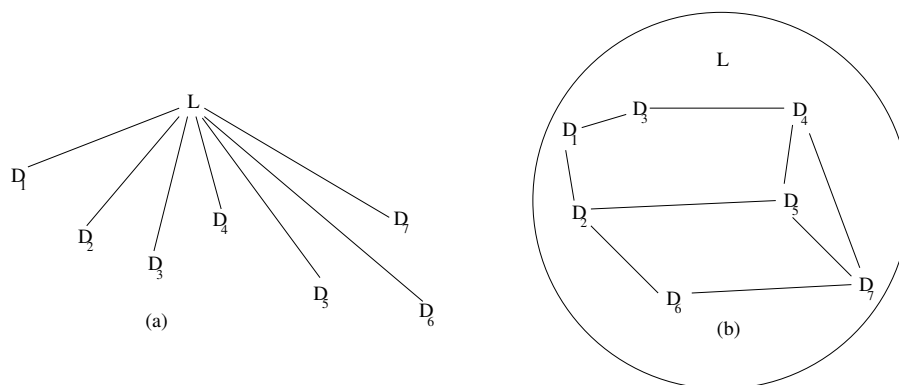


Abbildung 1.1: Modelle der Verwandtschaft von Dialekten

<sup>9</sup>Diese Veranschaulichung ist [Foss&Hakes 1978] entnommen.

## 1.5 Universelle Spracheigenschaften

Lange Zeit beschäftigten sich die Sprachwissenschaften hauptsächlich mit einer Kategorisierung von Sprachen. Sprachfamilien wurden entdeckt oder angenommen, für diese Familien wurden Stammbäume entwickelt und bis heute wird von einigen Forschern nach einer »Ursprache« gesucht, von der alle anderen Sprachen abstammen sollen. Aus »Linguistischem Chauvinismus« heraus nahmen die Sprachforscher dabei häufig die eigene Muttersprache als die am weitesten entwickelte an. So der bekannteste deutsche Sprachtheoretiker im 17. Jahrhundert, Justus Georg Schottel (1612-1676), der Sprache nicht für vom Menschen gemacht hielt, sondern für »natürlich« in dem Sinne, dass sie die wahre Natur der Dinge ausdrückt. Unter allen Sprachen beanspruchte er für das Deutsche dieser natürlichen Sprache am nächsten zu sein. Auch Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) ging von einer Überlegenheit der deutschen Sprache aufgrund ihrer Nähe zur »Sprache Adams« aus [Marx 1967, S.553]. Anstatt das Hauptaugenmerk auf die Unterschiede zwischen Sprachen oder Dialekten zu richten, gibt es auch die komplementäre Bestrebung, Sprachen oder Sprache an sich nicht zuerst auf Unterschiede, sondern auf *Gemeinsamkeiten*, sog. »Linguistische Universalien« zu untersuchen. Für diese Arbeit hat Noam Chomsky im 20. Jahrhundert den wichtigsten Beitrag geleistet.

Während beispielsweise romanische und slawische Sprachen gänzlich unterschiedlich klingen und sich ein Sprecher einer romanischen und ein Sprecher einer slawischen Sprache nicht verständigen können, wird man bei ihrer näheren Untersuchung dennoch viele Gemeinsamkeiten in der Struktur feststellen. In beiden Sprachen wird in *Sätzen* gesprochen, die aus einzelnen *Wörtern* bestehen, die wiederum aus mehreren Bestandteilen zusammengesetzt sind, den *Phonemen*. Sie sind die kleinsten bedeutungsunterscheidenden, aber nicht bedeutungstragenden, Einheiten einer Sprache. Im Deutschen werden knapp 40 Phoneme unterschieden [Meyers 1985, »Sprache«]. Während Sätze und Wörter *Bedeutungen* tragen, haben einzelne Phoneme keine. Auch die unmittelbare Äußerung von (gesprochener) Sprache ist in allen 2500-3500 Sprachen [Meyers 1985, »Sprachen der Welt«] gleich: gesprochen wird mit dem Mund, die dazu notwendigen Töne werden durch die Stimmbänder erzeugt. Niemand käme auf den Gedanken, Sprache durch das Aneinanderreiben von Armen oder Beinen zu erzeugen. Dies alles erscheint zunächst selbstverständlich und die Feststellung dieser Tatsachen überflüssig, ist es aber keineswegs. Denn es gibt keinen Grund, warum es so sein muss und nicht auch anders sein könnte. Auf der Ebene der Bedeutungen gibt es einige weitere Eigenschaften, die hier kurz dargestellt werden sollen.

### Diskretheit

[Hockett 1966, S. 10] weist darauf hin, dass jede Sprache ein diskretes Repertoire von Bedeutungen darstellt, die Bedeutungen also nicht kontinuierlich sind. Sprache wird immer aus einer begrenzten Anzahl von Phonemen gebildet. Ein Wort kann laut oder leise, deutlich

oder undeutlich ausgesprochen werden, der Hörer hört jedoch stets dasselbe Wort<sup>10</sup>.

### Arbitrarität

Die Beziehung zwischen einem Bedeutung tragenden Element einer Sprache und dem physischen Element oder Sachverhalt, auf den es sich bezieht, ist *beliebig* [Hockett 1966, S. 10]. Für einige Wörter wie z.B. den Tiernamen »Kuckuck« spiegelt das Wort noch eine Verbindung zum bezeichneten Gegenstand wider. Dies ist aber eine als Onomatopoeia bezeichnete Ausnahme. Allgemein gibt es keine solche Verbindung.

In einer Einführung in das Werk des Semiotikers Umberto Eco (geboren 1932) formuliert es Dieter Mersch wie folgt [Mersch 1993, S. 29]:

»Zeichen bilden keine selbstständigen Entitäten, denen von sich her Sinn zukäme, d.h. sie bedeuten nicht Kraft ihrer bloßen Existenz. Vielmehr beschreiben sie Funktionen, deren Variablen gleichsam leer bleiben, sie funktionieren als Leerstellen, die aufgefüllt werden müssen.«

Es können zwei Repräsentationen von Sprache unterschieden werden. Die »externe Repräsentation« verwendet einen relativ kleinen Vorrat an Phonemen, die an sich keine eigene Bedeutung haben, um daraus potentiell unendlich viele verschiedene Sätze zu bilden. Sie wird verwendet, wenn zwei oder mehr Menschen mit einander kommunizieren. Die interne, semantische Repräsentation wird von Sprecher und Hörer verwendet, um die Bedeutungen der Nachrichten zu verstehen, die sie formulieren bzw. hören. Elemente und Regeln der beiden Systeme unterscheiden sich grundsätzlich, beide repräsentieren grundsätzlich unterschiedliche Informationen.

### Offenheit

Inhaltlich neue Nachrichten lassen sich einfach mit einer Sprache ausdrücken [Hockett 1966, S. 10]. Die Anzahl möglicher Sätze ist im Deutschen (wie auch in anderen Sprachen) unendlich groß<sup>11</sup>. Dies ist eine der Kerneigenschaften aller menschlichen Sprachen. Eine universelle Grammatik muss also mit endlich vielen Regeln unendlich viele Sätze repräsentieren. Ein wichtiger Schluss, der sich aus der Eigenschaft der Offenheit ergibt, hat große Bedeutung für das Erlernen einer Sprache: Weil es prinzipiell unendlich viele verschiedene Sätze gibt, kann man eine Sprache nicht erlernen, indem man alle möglichen Sätze mit ihren Bedeutungen

---

<sup>10</sup>Der Unterschied lässt sich in den Bereich der Mathematik übertragen: Die natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...) ermöglichen ausschließlich diskrete Werte. Im Bereich der reellen Zahlen gibt es bspw. zwischen der 1 und der 2 unendlich viele Zwischenwerte. Hier können unendlich viele Nuancen ausgedrückt werden.

<sup>11</sup>Dies lässt sich leicht durch Induktion beweisen: Induktionsanfang ist der Satz »Ich sagte, dass ich zum Bus ging.« In jedem Induktionsschritt wird vor diesen Satz der Teilsatz »Ich sagte, dass « gesetzt. Dieser Schritt lässt sich beliebig oft wiederholen, ohne dass ein Satz entsteht, der die Regeln der deutschen Grammatik verletzt. Über den Sinn des Satzes nach wiederholter Anwendung des Induktionsschritts kann man sicherlich streiten, aber er erfüllt die grammatischen Regeln.

auswendig lernt. Auch das Auswendiglernen einer Teilmenge ermöglicht uns noch nicht das Verständnis neuer Sätze. Offenbar müssen des Sprechens fähige Menschen also ein abstraktes Wissen davon haben, wie man Sätze bildet, die man äußert, und wie man Interpretationen für die Sätze konstruiert, die man hört oder liest.

Auf welche Art dieses Wissen während der Kindheit angeeignet wird oder ob es (wenigstens teilweise) bereits in den neurophysiologischen Strukturen des Gehirns vorgegeben ist und von Mensch zu Mensch vererbt wird, ist Thema der Debatte zwischen Piaget und Chomsky.

## 1.6 Praktische Bedeutung der Fragestellung

Welche Bedeutung hat die Antwort auf die Frage, ob Sprache angeboren oder nach der Geburt erworben wird? Die folgenden Absätze stellen keine vollständige Liste dar, sondern weisen auf die sehr allgemeine Bedeutung dieser Antwort hin. Eine Antwort in der Frage »Konstruktivismus oder Nativismus« hat zahlreiche Auswirkungen auf unser praktisches Leben.

Die Pädagogik insbesondere für Grund- und Mittelschulen sollte dieser Antwort entsprechend ihren Lehrstoff anpassen. Wenn gewisse sprachliche Konstrukte – wie Chomsky meint – angeboren sind, dann sollte der Lehrstoff in der Schule so angepasst werden, dass diese Strukturen möglichst gut bei den Schülern aktiviert werden.

Zwischen unserer Sprache und der Art, wie wir Denken, lassen sich viele Parallelen ziehen. Ein Ziel der Kognitionswissenschaft ist es, zu erforschen, wie menschliches Denken funktioniert. Wenn Sprache und Denken eng miteinander verbunden sind, die die Beantwortung der Frage, in wie weit Sprache angeboren oder erworben ist, dazu beitragen, dass wir besser verstehen, wie wir »verstehen«. Die beinahe unüberschaubare Anzahl an Publikationen auf diesem Fachgebiet kann als ein Indiz gewertet werden, dass diesem Zugang große Bedeutung zugemessen wird.

In der Informationstechnologie wird praktisch seit den ersten Computern Mitte des 20. Jahrhunderts an effizienteren Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine geforscht. Allen Anstrengungen zum Trotz hat sich die alltägliche Art der Kommunikation unter Menschen noch nicht auf die Kommunikation von Mensch und Maschine übertragen lassen: die Sprache. Über einfache Ein-Wort-Befehle, die Computer inzwischen weitgehend zuverlässig erkennen können, ist man nach mehreren Jahrzehnten intensiver Forschungsarbeit nicht hinausgekommen. Würde sich herausstellen, dass sprachliche Strukturen im menschlichen Gehirn angeboren sind, könnte Wissen über diese Strukturen ein Anhaltspunkt sein, wie ähnliche Strukturen in Maschinen deren Kommunikationsleistung mit Menschen verbessern könnten.

## 1.7 Zitierweise

### Allgemeine Hinweise für Zitate

Für die in dieser Arbeit untersuchte Frage gibt es ein schier unüberschaubares Feld an Literatur. Piaget hatte sein Hauptwerk zum Zeitpunkt der Debatte 1975 weitgehend abgeschlossen. Die meisten seiner Publikationen datieren aus der Zeit davor. Anders bei Chomsky: Er arbeitete an seiner Theorie der Linguistik auch nach der Debatte weiter. Das führte zu weiteren Primärquellen von ihm auf diesem Gebiet. Autoren wie Monod und Papert, die in dieser Arbeit unterstützend als Vertreter des Nativismus bzw. Konstruktivismus zitiert werden, haben Argumente der Debatte 1975 in ihren späteren Publikationen aufgegriffen oder weiterentwickelt. Eine willkürliche Einschränkung auf Publikationen aus der Zeit bis zur Debatte schien aus diesem Grund nicht sinnvoll, zumal die Sekundärliteratur einige Zeit brauchte, um z. B. Chomskys Wirkung für die Psycholinguistik zu würdigen<sup>12</sup>. Außerdem soll im Fazit ein Ausblick auf die Ergebnisse der Forschung nach der Debatte versucht werden, um einen aktuellen Bezug zur Fragestellung von damals herzustellen. Auch dafür waren aktuelle Quellen notwendig. Für die Darstellung der in der Debatte ausgetauschten Argumente wird der damals verfügbare Wissensstand zugrunde gelegt, um die Argumentation nicht zu verfälschen. Für eine Betrachtung der Grundlagen der Argumente wird jedoch auf aktuellere Erkenntnisse Bezug genommen.

### Jean Piaget

Verweise auf Literatur von Piaget werden jeweils mit der Jahreszahl der allerersten Veröffentlichung angegeben, die üblicherweise in französischer Sprache und i.d.R. erst nach mehreren Jahren, manchmal erst nach Jahrzehnten, in deutscher Übersetzung vorlagen. Die Seitenzahlen bei den Zitaten beziehen sich stets auf die im Literaturverzeichnis angegebene deutsche Übersetzung. Diese Variante wurde gewählt, um für diese Arbeit den Zeitpunkt der Veröffentlichung des Gedankens besser wiedergeben zu können, zumal die deutschen Übersetzungen nicht alle in der gleichen Reihenfolge veröffentlicht wurden wie Piaget sie in französischer Sprache veröffentlichte.

### Noam Chomsky

Noam Chomsky hat für seine Theorie zahlreiche Fachtermini neu eingeführt. Da er auf englisch publiziert hat, sind sowohl die Beispiele als auch die Fachtermini in englischer Sprache. In der einschlägigen Literatur werden die Beispiele nur teilweise übersetzt. Für diese Arbeit wurden ausschließlich deutschsprachige Beispiele verwendet bzw. englischsprachige ins Deutsche übertragen. Für die Fachbegriffe haben sich die englischen Abkürzungen, wie Chomsky

---

<sup>12</sup>Engelkamp zeichnet in [Engelkamp 1974] Chomskys Einfluss auf die Psycholinguistik an Hand einer Liste von Veröffentlichungen aus den 1960er und 1970er Jahren nach, die auf Chomskys Arbeiten aufbauen.



sie selbst verwendet, durchgesetzt. Z.B. wird der von Chomsky häufig verwendete Begriff »phrase« unterschiedlich übersetzt. In der angegebenen Übersetzung von [Chomsky 1965] wird im Deutschen Text »Komplex« verwendet, Engelkamp verwendet in [Engelkamp 1974] »Phrase« als deutsche Übersetzung. Die gebräuchlichen Abkürzungen für »Noun Phrase« (NP), »Verb Phrase« (VP) usw. wurden bei der Übersetzung ins Deutsche unverändert übernommen.

## 2 Jean Piaget: Konstruktivismus

Jean Piaget war Zeit seines Lebens ein Grenzgänger zwischen verschiedenen Disziplinen aus Geistes- und Naturwissenschaften. Zwischen Psychologie und Philosophie, zwischen Biologie und Kybernetik war sein Ziel eine empirisch fundierte Erkenntnistheorie zu schaffen und sein Ansatz, die kindliche Entwicklung hin zum Erwachsenen zu untersuchen. Piagets Untersuchungen zeigen deutlich, dass es *die* Erkenntnis nicht gibt. Wir verfügen statt dessen über ein ganzes Bündel hierarchisch gegliederter geistiger Fähigkeiten, die uns das Erkennen der Welt ermöglichen. Um sein Werk zu verstehen, soll zunächst kurz auf seine Biographie eingegangen werden<sup>1</sup>.

### 2.1 Biographische Übersicht

Jean Piaget wurde 9. August 1896 in der Schweizer Stadt Neuenburg (Neuchâtel) geboren. Sein Vater Arthur Piaget war ein angesehener Professor für vergleichende Literaturwissenschaften an der Akademie und späteren Universität von Neuenburg. Früh begann Jean Piaget dessen wissenschaftliche Arbeitsweise zu übernehmen. Seine erste Veröffentlichung hatte er im Alter von 10 Jahren mit einer Beschreibung seiner Beobachtung eines Albinospatzen in der Vereinszeitung eines regionalen Naturfreundevereins [Piaget 1907]. Daraufhin durfte er im Naturkundemuseum dem Direktor zweimal in der Woche als »Famulus« in der Weichtiersammlung assistieren. Er spezialisierte sich auf Teichschnecken und veröffentlichte 1909 zu diesem Thema einen ersten Artikel. Durch die Veröffentlichung weiterer Aufsätze wurde er innerhalb weniger Jahre noch in der Zeit seiner Jugend zu einem international angesehenen Fachmann auf diesem Gebiet. Ein Jahr nach seinem Schulabschluss hatte er bereits 35 Artikel in z.T. ausländischen Journalen publiziert. In seinen Untersuchungen ging er der Frage nach, wie sich Teichschnecken in Farbe, Form und Verhalten an ihre Umgebung anpassen. Die Bestimmung der Teichschnecken beschränkte sich im wesentlichen auf die Untersuchung der Schalenform. Hieraus ließen sich aber keine festen Merkmale von Unterarten ableiten, vielmehr waren die Übergänge fließend und es stellte sich die Frage, welche Merkmale artspezifisch und welche durch die Umgebung, in der eine Teichschnecke sich aufhielt, determiniert wurden. Zu dieser Zeit war der Lamarckismus<sup>2</sup> insbesondere im frankophonen Raum weit verbreitet und Piaget neigte Zeit seines Lebens mehr zu dieser Theorie als zum Darwinismus.

<sup>1</sup>Für eine ausführlichere biographische Darstellung, die in dieser Arbeit nicht unternommen werden kann, sei auf [Kesselring 1999] verwiesen.

<sup>2</sup>Geht zurück auf Jean-Baptiste de Lamarck, 1744-1829, der in seiner Evolutionstheorie die Konstanz der Arten negierte und ihre Entwicklung auf Anpassung zurückführte. Später erwies sich seine Theorie als falsch und wurde durch Darwins Theorie ersetzt [Brockhaus, »Lamarckismus«]. Obwohl sich Darwins Evolutionstheorie

Noch in [Piattelli-Palmarini 1980, S. 33] äußert er sich in dieser Richtung, indem er die Möglichkeit einer Phänokopie, also einer Kopie phänotypischer und nicht wie von der modernen Genetik behauptet, der Kopie ausschließlich genotyper Merkmale, annimmt.

Nach seinem Abitur 1915 studierte Piaget in Neuenburg Biologie, hörte allerdings auch Vorlesungen über Philosophie bei Arnold Reymond (1874-1958), seinem früheren Philosophielehrer aus der Schulzeit. Sein Biologiestudium sollte für sein Werk als Entwicklungspsychologe prägend werden. Seine Theorien und Gedanken hoben stets von der Biologie an. 1918 promovierte er mit einer Arbeit über die Verbreitung von Weichtieren im Schweizer Kanton Wallis. Eine geplante zweite Promotionsarbeit über philosophische Fragen der Biologie bei Reymond kam nicht zustande.

Nach dem Studium ging er nach Zürich, um sich bei Gottlob Friedrich Lipps, einem Schüler Wilhelm Wundts, in experimenteller Psychologie ausbilden zu lassen. U.a. lernte er dort mit Carl Gustav Jung einen Schüler von Sigmund Freud und den Begründer der analytischen Psychologie kennen. Von 1919 bis 1921 hielt er sich in Paris auf, wo er weiterhin Kurse in Psychologie belegte, darüber hinaus aber auch mit der modernen mathematischen Logik von Peano, Frege und Russel vertraut wurde. Dort erhielt er schließlich den Auftrag, die Intelligenztests von Cyril Burt ins französische zu übersetzen und zu standardisieren. Er erweiterte die Tests und wendete sie auch auf anomale Kinder an, wobei er sich auf die Fehlleistungen und ihre möglichen Ursachen konzentrierte.

1921 ließ sich Piaget in Genf nieder. Seine Arbeit konzentrierte sich in den 1920er Jahren auf das sprachliche Verhalten und die Logik von Kindern zwischen 3 und 14 Jahren. In seinen beiden Buchveröffentlichungen »Sprechen und Denken des Kindes« (1923) und »Urteil und Denkprozess des Kindes« (1924) trat klar die Eigenständigkeit der kindlichen Mentalität hervor. In den 1930er Jahren untersuchte er verstärkt die biologischen Wurzeln der Intelligenzentwicklung. Als inneren Motor der Entwicklung nahm Piaget die »Äquilibration« (s. Abschnitt 2.3.3) an, »die Suche nach einem immer besseren intellektuellen Gleichgewicht« [Kesselring 1999, S. 33]. Diese Gleichgewichtstheorie wurde Mitte der 1950er Jahre zu einem Grundpfeiler seiner ganzen Theorie. In den 1940er Jahren untersuchte er die Entwicklung abstrakter Begriffe bei Kindern. 1941 ging daraus das Buch »Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde« hervor, 1946 zwei weitere Bücher über die physikalische Anwendung der Begriffe Zahl und Menge in den kindlichen Auffassungen von Bewegung, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit. 1948 folgten zwei weitere Bücher über räumliches Denken und Geometrie bei Kindern. 1950 veröffentlicht er eine dreibändige Zusammenfassung seiner bis dahin dreißigjährigen Untersuchungen, in der er u.a. die Entwicklung von Kindern mit der Wissenschaftsgeschichte vergleicht. Wie Schelling und Hegel, war Piaget davon überzeugt, dass Kinder in ihrer Entwicklung die Jahrtausende der Menschheitsgeschichte nachvollziehen (zitiert nach [Altwegg 1980, S. 17]): »Das Kind imitiert in seinen ersten zwölf Lebensjahren

---

nach ihrer Veröffentlichung schnell weitgehend durchsetzen konnte, gab es bis ins 20. Jahrhundert hinein weiterhin eine Gruppe von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen, die dem mit dem Darwinismus unvereinbaren Lamarckismus anhängen.

die Ergebnisse dreitausendjähriger Forschung, aber ich ziehe die umgekehrte Formulierung eindeutig vor: es ist die Wissenschaftsgeschichte, die den Werdegang der Kindes rekapituliert.« Das Werk erschien unter dem Titel »Die Entwicklung des Erkennens«.

Mitte der 1950er Jahre gründete Piaget das »Zentrum für genetische Erkenntnistheorie«<sup>3</sup> (Centre d'épistémologie génétique) in Genf sowie eine Zeitschrift unter dem Namen »Etudes d'épistémologie génétique« (Studien zur genetischen Entwicklungstheorie). Im »Centre« kamen Forscher aus ganz unterschiedlichen Forschungsrichtungen zusammen (wichtige Mitglieder jeweils in Klammern): Psychologen (D. Berlyne, J. Bruner), Physiker (I. Prigogine), Philosophen (A. Naess, W. v. O. Quine), Logiker (E. W. Beth), Mathematiker (F. Gonseth), Wissenschaftshistoriker (Th. Kuhn), Kybernetiker (S. Papert), Linguisten, Biologen (P. Weiß) und Embryologen (C. H. Waddington) konnten interdisziplinär das Forschungsvorhaben vorantreiben, an dem Piaget Zeit seines Lebens gearbeitet hatte: Eine auf allen Gebieten der Wissenschaften empirisch fundierte Erkenntnistheorie. In den 1960er Jahren veröffentlicht er nach zwei groß angelegten Untersuchungsreihen »Vorstellung und inneres Bild« [Piaget 1966a] und »Gedächtnis und Intelligenz« [Piaget 1968a] sowie »Biologie und Erkenntnis« [Piaget 1967].

In den 1970er Jahren untersuchte Piaget verstärkt die Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten, denen Entwicklungsprozesse im Menschen unterliegen. Die Grundlage dafür hatte er bereits 1967 mit »Biologie und Erkenntnis« gelegt. Er untersuchte diese Prozesse »zugleich auf drei Ebenen: 1. der Ebene des praktischen Verhaltens und der Denkopoperationen, 2. der geistigen Reflexion und des Bewusstseins und 3. der biologischen Organisation.« [Kesselring 1999, S. 55], also aus Sicht mehrerer Einzelwissenschaften. In das Jahr 1975 fällt die direkte Konfrontation mit Noam Chomsky über die Frage, ob und in wie fern Sprache angeboren ist.

Am 16. September 1980 stirbt Jean Piaget im Alter von 83 Jahren nach längerer Krankheit in einer Genfer Privatklinik.

## 2.2 Begriffsbestimmung: ›Konstruktivismus‹

Der Begriff Konstruktivismus hat in der Philosophie eine weitreichende Bedeutung. Es geht um die Frage, wie viel Realität die Welt außerhalb des Subjektes hat. Anders formuliert, ob die Realität nur im und durch das Subjekt vorhanden ist, oder auch außerhalb und ohne das Subjekt existiert. Im Kontext der Entwicklungspsychologie stellt sich die Frage nach der Realität in einer anderen Form: Wie kommt die Welt in das Subjekt, oder genauer, in welcher Weise und auf welchem Weg entwickeln sich die Erkenntnisfähigkeiten des Subjektes, um die Welt um sich herum wahrzunehmen. Die Betonung liegt hier darauf, dass sich die Fähigkeiten erst *entwickeln* müssen. Sie stehen nicht von Geburt an fertig abrufbar zu Verfügung. Das Subjekt muss sie sich gewissermaßen erst konstruieren. Um die unterschiedlichen

---

<sup>3</sup>Piaget verwendet das Attribut »genetisch« (»génétique«) nicht im heute gebräuchlichen Sinne als Attributform des Wortes »Genetik«, (Abstammungslehre), sondern in der Bedeutung von Genese, also einer Beschreibung von Prozessen des Werdens.

Fragestellungen noch einmal zuzuspitzen: Die Philosophie streitet darum, wie real die Realität außerhalb des Subjektes ist. Die Entwicklungspsychologie untersucht, welche Methoden das Subjekt entwickelt, und wie diese beschaffen sind, um die Welt außerhalb seiner selbst wahrzunehmen und mit ihr interagieren zu können.

## Epigenese

Um konstruktive Modelle in der Entwicklungspsychologie von der philosophischen Bedeutung des Konstruktivismus zu trennen, wird häufig der Begriff der Epigenese verwendet (z.B. [Graaf 1999]). Im griechischen steht »Genese« für den Vorgang des Werdens, des Entstehens. Der Prozesscharakter der Bildung von Erkenntnismethoden wird damit betont. Epigenese, wörtlich übersetzt mit »dazu-Entstehung«, bezeichnet eine für die Biologie erstmals durch William Harvey (1578-1657) aufgestellte Hypothese, wonach sich mit der Entwicklung des Organismus aus dem Ei neue Strukturen herausbilden, die nicht bereits im Ei vorgebildet waren [Brockhaus, »Epigenese«]. Heute wird die Epigenese vor allem mit den Namen Piaget und Wygotski in Verbindung gebracht. Der Russische Psychologe Lew Semjonowitsch Wygotski (1896-1934) vertrat die These, dass höhere geistige Funktionen durch funktionale Verbindungen zwischen verschiedenen niederen geistigen Funktionen realisiert werden [Brockhaus, »Wygotski«].

Piaget versteht Entwicklung allgemein als ausgehend von einem verhältnismäßig einfachen Zustand hin zu einem mit größerer Komplexität. Diese größere Komplexität nach der Entwicklung – das ist wichtig zu betonen – ist am Anfang der Entwicklung weder im Phänotyp noch im Genotyp vorhanden.

## 2.3 Leitmotive

Piagets Arbeiten und Forschungsmethoden basieren auf einigen Leitgedanken. Er ging von einem allgemeinen »Antriebsmotor« des Lebens aus, der die Selbsterhaltung ebenso antreibt wie die geistige Entwicklung. Diesen Mechanismus nannte er Selbstregulation. Er soll in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Zwar kann diese Arbeit keine ausführlich Beschreibung der psychologischen Tests leisten, die Piaget durchführte, dennoch soll auf einige grundlegende Aspekte eingegangen werden.

### 2.3.1 Assimilation und Akkomodation

Piaget ist davon ausgegangen, dass es eine Art Grundfunktion im Leben gebe, die den Schlüssel zum Verständnis des Zusammenhangs zwischen geistigen und physiologischen Lebensprozessen liefere. Assimilation im Zusammenspiel mit der Akkomodation sah er als die zentrale Funktion des Lebens [Piaget 1936, Kap. 1, §3] an. In der Biologie bezeichnet Assimilation den Prozess der Umwandlung von Stoffen, die nicht körpereigen sind, in körpereigene Stoffe.

So ist die Aufgabe der Photosynthese, die Fixierung des Kohlendioxids und die weitere Verstoffwechslung des Fixierungsproduktes ein Vorgang der Assimilation. Sie dient allgemein der Lebenserhaltung eines Organismus und ist bei Tieren und Menschen eine Funktion der Organe. Um diese Funktion aufrecht erhalten zu können, muss sich der Organismus Veränderungen in der Umgebung anpassen können: Akkomodation. Auf physiologischer Ebene liegt Akkomodation in der Differenzierung der Organe für bestimmte Funktionen vor.

Piaget überträgt diese beiden Begriffe, die ursprünglich aus der Biologie stammen, auf das menschliche Verhalten und seine Entwicklung. Auf der Verhaltensebene ist Assimilation eine Funktion eines Schemas (s.u.). Während bei physiologischen Prozessen ein Gegenstand oder Stoff durch Assimilation angepasst oder umgewandelt wird, um für den Organismus nutzbar zu sein, wird der Gegenstand bzw. Stoff bei der Assimilation an ein Verhaltensschema in dieses Schema integriert. Das allgemeine Schema wird also für einen bestimmten Gegenstand konkretisiert.

Mit Akkomodation beschreibt Piaget eine Anpassung von Verhaltensschemata an wechselnde Situationen. Der frühkindliche Saugreflex muss bereits an eine bestimmte Situation akkomodiert werden. Ohne Brust ausgeführt wird das Kind trotz Saugen keine Milch bekommen. Akkomodation ist mehr als die bloße Reaktion auf Reize, sie variiert das Verhalten selbst. Sie ist der Ursprung von Lernprozessen [Piaget 1941b, S. 42]: »Man kann in Assimilation und Akkomodation ohne weiteres die praktische Entsprechung dessen sehen, was später Deduktion und Erfahrung sein werden: die Tätigkeit des Geistes und der Druck der Wirklichkeit.«

### 2.3.2 Schema

Piaget spricht im Kontext der Assimilation von Verhalten von Schemata. Ein Schema ist »das Muster, nach dem sich ein Reflex oder eine Verhaltensweise (beim Säugling etwa die Saugtätigkeit, beim Erwachsenen die Begrüßung durch Händedruck) vollzieht« [Kesselring 1999, S. 79]. Es ist eine abstrakte Repräsentation von einer Verhaltensweise, die losgelöst von Ort und Zeit im Verhaltensrepertoire gespeichert ist. Der Händedruck ist eine Verhaltensweise losgelöst von einem bestimmten Ort und bestimmten beteiligten Personen, vielmehr wird er nur in bestimmten sozialen Situationen »angewendet«. Ein und dasselbe Schema ist also vielseitig anwendbar. Für das Aufheben einer Stecknadel wird das gleiche Schema aktiviert wie für das Aufheben einer Bleikugel. Die Assimilation an den konkreten Gegenstand reguliert in diesem Beispiel u.a. die eingesetzte Kraft.

### 2.3.3 Äquilibration

Allgemein bezeichnet man mit Äquilibration die Aufhebung des inneren Spannungszustandes eines Organismus oder eines Systems durch diesen selbst, also einen Prozess der Selbstregulation der Parameter eines Systems, um wieder zu seinem Gleichgewicht zurückzukommen, der sog. Homöostase, wörtlich übersetzt Gleich-Stand. Der Begriff Homöostase stammt ur-

sprünglich aus der Systemtheorie und wurde 1929 von dem US-amerikanischen Physiologen Walter Bradford Cannon (1871-1945) mit seinem Buch »Wisdom of the Body« (1932) eingeführt. Er bezeichnet den Gleichstand untereinander in Rückkopplung stehender Parameter.

### Perspektive der Physik

Entgegen der Intuition bleibt ein Organismus, der einmal im Gleichstand ist, nicht von alleine in diesem Zustand. Erstens ist er in seinem Zustand nicht von dem der Umwelt isoliert. Er steht durch zahlreiche »Parameter«, seine Reaktionsweisen auf Umwelteinflüsse, mit ihr in Verbindung. Ändert sich der Zustand der Umwelt derart, dass ein oder mehrere Parameter des Organismus davon betroffen sind, so muss der Organismus seinen Zustand anpassen. Dies ist eine Quelle von Veränderungen und somit Instabilität auf »hoher Ebene«. Zweitens weist Manfred Eigen im Vorwort der deutschen Übersetzung von Jacques Monods (1910-1976) »Zufall und Notwendigkeit« [Monod 1970, S. 14] auf eine andere Quelle hin, die sich aus den Gesetzen der Thermodynamik<sup>4</sup> ergibt. Damit ein Organismus als System mit hoher Ordnung nicht dem zweiten Gesetz der Thermodynamik zufolge in den Zustand maximaler Unordnung übergeht, muss er zur Selbsterhaltung seiner komplexen Struktur »ständig Energie in einer zur Arbeitsleistung geeigneten Form aufnehmen und sich dadurch dem Abfall in den Gleichgewichtszustand [im Sinne der Thermodynamik], den Zustand maximaler Unordnung, entziehen«<sup>5</sup>.

### Selbstregulation

Piaget übernimmt den ursprünglich aus der Biologie stammenden, später aber auch für die KI wichtigen Begriff der Selbstregulation für sein Modell kognitiver Entwicklung. Nicht zufällig arbeiteten auch Wissenschaftler aus dem Bereich der KI an Piagets Institut in Genf mit<sup>6</sup>. In der modernen KI, die sich intensiv mit Phänomenen der Selbstregulation beschäftigt, wird Piaget inzwischen manchmal explizit als »Vater [dieser Richtung] der KI« genannt [Graaf 1999, S. 14]. Auf diese Übertragung von der Biologie auf die geistige Entwicklung muss besonders im Kontext der in dieser Arbeit dargestellten Debatte ausdrücklich hingewiesen werden. Sie ist keineswegs selbstverständlich, vielmehr ist sie eine weitreichende *Annahme*. Massimo Piattelli-Palmarini nennt sie den »harten Kern« des Piagetschen Programms [Piattelli-Palmarini 1980, S. 4].

In Piagets Modell ist Intelligenz kein zentral gesteuerter Prozess, sondern das sich selbst organisierende Zusammenspiel zahlreicher paralleler Komponenten und Tätigkeiten. Intelli-

<sup>4</sup>Die Thermodynamik, auch als Wärmelehre bezeichnet, ist ein Teilgebiet der klassischen Physik. Sie ist die Lehre der Energie, ihrer Erscheinungsform und Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Mit ihrer Hilfe kann man z. B. erklären, warum bestimmte chemische Reaktionen freiwillig ablaufen und andere nicht.

<sup>5</sup>Der Biologe Ernst Mayr (1904-2005) weist in [Mayr 1997] jedoch darauf hin, dass es sich bei einem Organismus um ein *offenes* System handelt, die Gesetze der Thermodynamik hier also streng genommen nicht anwendbar sind.

<sup>6</sup>z.B. S. Papert, s. Abschnitt 2.1

gent und in Bezug auf ein Ziel kohärent ist Verhalten dann, wenn die zusammenspielenden Tätigkeiten ein stimmiges Ganzes ergeben. Er versteht die Entwicklung von Intelligenz als einen permanenten Prozess, in dem die an der Intelligenz beteiligten Komponenten in ein immer besseres Gleichgewicht gebracht werden. Diesen Prozess nennt er Äquilibrationsprozess (von franz. »équilibre« = Gleichgewicht). Zusammen mit Assimilation und Akkomodation gehört die Äquilibration für Piaget zu den Kernmechanismen menschlichen Lebens: »Leben ist im wesentlichen Selbstregelung« [Piaget 1967, S. 27].

### 2.3.4 Erkenntnisentwicklung beim Kind

Piaget hat für die sog. »epistemische Psychogenese« (Entwicklung der Erkenntnis) bei Kindern aus seinen umfangreichen Experimenten mit Kindern und Jugendlichen in allen Altersstufen ein Stufenmodell entwickelt, das zwar nicht unumstritten ist (s. dazu Abschnitt 2.5), an dieser Stelle jedoch zunächst ohne Kritik wiedergegeben werden soll. Es soll die Frage beantworten, wie Menschen in ihrer Entwicklung lernen, sich in einer Welt zurechtzufinden, in der sie Subjekt unter Objekten sind und wie die Objekte in die Vorstellung des Subjektes gelangen. Piaget selbst hat immer wieder betont, dass Entwicklungspsychologie und Erkenntnistheorie für ihn letztendlich nicht trennbar sind. Piaget schreibt im Vorwort zur deutschen Übersetzung von [Petter 1961, S. 11]: »Letzten Endes muss jede Entwicklungspsychologie des Denkens in die erkenntnistheoretische Problematik ausmünden und es ist eine »genetische Erkenntnistheorie« denkbar, deren Gegenstand in der Untersuchung des Entwicklungsmechanismus der Erkenntnisse besteht.« Diese Darstellung wird sich weitgehend auf die erkenntnistheoretischen Momente des individuellen menschlichen Entwicklungsprozesses beschränken, der schließlich mit der Pubertät zu einem wissenschaftsfähigen Subjekt führt. Fetz weist in [Fetz 1988, S. 82] darauf hin, dass Piaget zwischen 1940 und 1970 zahlreiche Variationen seiner Stadien- und Stufentheorie gegeben hat. Die folgende Darstellung richtet sich nach [Piaget 1970a, S. 31-79], einem Text, der von Piaget selbst als ein Resümee der Psychogenese unter dem speziell epistemologischen Aspekt vorgestellt wird.

Grundsätzlich geht Piaget davon aus, dass sich alle Menschen auf sehr ähnliche Weise entwickeln, dass alle Kinder die gleichen Entwicklungsstadien durchlaufen müssen, dies stets in der gleichen Reihenfolge abläuft und die vier von ihm unterschiedenen Stadien jeweils etwa im gleichen Alter erreicht werden. Piaget und seine Mitarbeiter haben über mehr als 40 Jahre unzählige Untersuchungen an großen Zahlen von Kindern aller Altersstufen vorgenommen. Die Ergebnisse beziehen sich deshalb auf den durchschnittlichen Entwicklungsstand eines Kindes in einem bestimmten Alter. Störungen in der Entwicklung von Kindern sind nicht der primäre Gegenstand seiner Forschungen, sondern die allgemeine geistige Entwicklung. Analog dazu beschäftigt sich die von ihm betriebene *Entwicklungspsychologie* mit der Frage, wie die Entwicklung eines erkenntnisfähigen Subjektes verläuft und nicht damit, wie sich evtl. auftretende Störungen heilen lassen. Auf Entwicklungsstörungen soll in diesem Abschnitt denn auch nicht weiter eingegangen werden, weil sie von ihm für die Stufen der Erkenntnistheorie nicht thematisiert werden.



### 2.3.5 Kritik am Empirismus

Piaget hat amerikanischen Studenten auf die Frage, wie er zu seiner Kreativität komme, einmal scherzhaft geantwortet, dazu bedürfe es u.a. eines Prügelknaben. »[...] Mein Prügelknabe ist der logische Positivismus.« (zitiert nach [Kesselring 1999, S. 44]). So scherzhaft seine Antwort war, so eng steht sie dennoch mit seiner Haltung gegenüber dem Empirismus in Verbindung. Zentral für den Empirismus sind Sinnesdaten. Sie sind die Basis der Erkenntnis, sie geben Eigenschaften der Dingwelt wider. Der Empirismus geht davon aus, dass es Erkenntnis- bzw. genauer, Erfahrungsvorgänge gibt, die das Subjekt auch ohne irgendeine Art logischer Strukturierung dieser Sinnesdaten mit objektiven Informationen über die Dingwelt versorgen. Wissenschaftliche und insbesondere naturwissenschaftliche Erkenntnis wird dann im logischen Empirismus als die Ordnung dieser Sinnesdaten mittels eines festgelegten Regelwerks verstanden, welches aus Lehrformeln in einer reinen Sprache formuliert aufgefasst wird. Rudolph Carnap etwa versuchte für den logischen Positivismus des Wiener Kreises z.B. mit »Protokollsätzen« eine intersubjektiv eindeutige Formalisierung von Sinnesdaten zu etablieren [Carnap 1931]<sup>7</sup>.

Der Erwerb dieser Daten ist für den Empiristen an zwei Prozesse gebunden: die Sinneswahrnehmung und die Konditionierung, d.h. die Assoziation von zwei miteinander in welcher Weise auch immer korrelierten Ereignissen. Das klassische Beispiel ist die Untersuchung von Iwan Petrowitsch Pawlow aus dem Jahr 1902: Er führte Verhaltensuntersuchungen an Hunden durch und fand heraus, dass wenn die zwei zunächst unabhängigen Reize ›Hund bekommt Futter‹ und ›Klingeln einer Glocke‹ dem Hund hinreichend häufig gleichzeitig präsentiert werden, der Hund beim Reiz ›Klingeln einer Glocke‹ ohne den zusätzlichen Reiz ›Hund bekommt Futter‹ bereits die eigentlich für die Präsentation von Futter typische Reaktion des Speichelflusses zeigt. Einige Psychologen verallgemeinerten Pavlows Ergebnis dahingehend, dass diese Art der Konditionierung das einzige und allgemeine Lernverfahren bei Tier und Mensch sei.

Piaget stellt zwei kritische Fragen an den Empirismus: Erstens, ob es reine Sinnesdaten, die ohne unser Zutun Informationen über Eigenschaften der Dingwelt liefern, überhaupt gibt; und zweitens, unter der Annahme, es ließe sich ein Lernmechanismus isolieren, der für das Subjekt äußere Wiederholungen der Art ›Ereignis y findet n-mal gleichzeitig mit dem Ereignis x statt‹ vermerkt: könnte solch ein Mechanismus als reines Registrieren aufgefasst werden, d.h. als reine »Assoziation«, die lediglich zeitliche Korrelationen misst, ohne eine aktive Integrationsfähigkeit unsererseits vorauszusetzen?

Beide Fragen hängen eng zusammen: Wenn es keine reinen Sinnesdaten gibt, dann kann es auch keine reinen Assoziationen geben. Lassen sich keine reinen Assoziationen isolieren, so wird die Annahme reiner Sinnesdaten zweifelhaft. Piaget betrachtet diese Fragen zunächst als Psychologe und wendet zu ihrer Klärung die Mittel der experimentellen Psychologie an. Auch er kommt also nicht ohne Empirie aus. Im weiteren verfolgt Piaget aber ein epistemologisches

<sup>7</sup>Damit ist Carnap der Ideal Language School zuzurechnen, deren Grundlagen vor allem Gottlob Frege mit der »Begriffsschrift« (1879) und Wittgenstein mit dem »Tractatus Logico-Philosophicus« (1921) gelegt hatten.

Ziel, nämlich die Antwort auf die Frage nach der Genese logischer Strukturen und ihrer Beziehungen zu den Erfahrungen.

### 2.3.6 Kontroverse mit Behaviorismus

Piaget entwickelte sein Modell der Entwicklungspsychologie in einer Zeit, in der ihm der Wind für eine solche Theorie von Seiten der etablierten Psychologie stark ins Gesicht wehte. Es war die Blütezeit des amerikanischen Behaviorismus und des Assoziationsmodells<sup>8</sup> in der Lernpsychologie. Begründet wurde der Behaviorismus in den USA von John B. Watson mit seinem ersten großen Werk »Psychology as the Behaviorist Views It«. Der Titel unterstreicht bereits den Anspruch, eine eigene Richtung innerhalb der Psychologie zu sein, denn der einzige zugelassene Blickwinkel war der des Verhaltensforschers. Als Vorläufer des Behaviorismus können Iwan Petrowitsch Pawlow und seine Experimente zur Konditionierung von Verhalten angesehen werden. Im Ansatz setzt der Behaviorismus das zu untersuchende Tier oder den Menschen als »black box«, über dessen Innenleben man höchstens Spekulationen anstellen kann, die aber keinen Anspruch auf Wissenschaftlichkeit haben. Aus dem Anspruch der strengen Wissenschaftlichkeit heraus, wie vom logischen Positivismus postuliert, verwendet der Behaviorismus ausschließlich intersubjektiv eindeutig zu beobachtende Reaktionen auf klar definierte Reize in ihren Beschreibungen und Theorien. Begriffe wie »Psyche« und »Bewusstsein« werden abwertend als »mentalistisch« bzw. »metaphysisch« im Sinne einer »Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache« [Carnap 1931] verworfen. Der Behaviorismus hatte eine streng empirisch fundierte Lerntheorie. Die Empiristen stellten fest: »Lernen vollzieht sich nur durch Erfahrung« [Zimbardo 1988, S. 228]. Der Lernprozess selbst ist dabei nicht beobachtbar, wohl aber kann von den Verhaltensänderungen auf den erfolgten Lernvorgang geschlossen werden. Philip Zimbardo fasst es so zusammen: »Behavioristen konzentrieren sich allein auf nach außen erkennbare Verhaltensereignisse und ignorieren alles andere, was möglicherweise im Körper oder Gehirn einer Person vor sich geht. [Zimbardo 1988, S. 229]. Das ist eine weitreichende Einschränkung des Untersuchungsbereiches. Durch diese Einschränkung wird es aber möglich, Psychologie wie eine Naturwissenschaft zu betreiben: mit Experimenten, in denen exakte Messwerte erfasst werden können.

Edward L. Thorndike, ebenfalls einer der wichtigsten Behavioristen der USA im 20. Jahrhundert, dessen Arbeiten später zum Konnektionismus führten, fand ein weiteres grundlegendes Gesetz des Behaviorismus heraus, »das Gesetz des Effektes« [Zimbardo 1988, S. 241]. Für ihn war Lernen die Assoziation zwischen Reiz und Reaktion. Das Gesetz besagt, dass Lernen durch seine Konsequenzen geregelt wird. In seinen Experimenten u.a. an Katzen, die einen Ausgang aus ihrem Käfig »erlernen« mussten, entwickelte er die Vorstellung, dass durch die Befriedigung, die aus einer gelösten Aufgabe (hier die Befreiung aus dem Käfig) resultiert, die Assoziation eingepägt werde. Diese Art von Lernen aus den Konsequenzen der

---

<sup>8</sup>Das Assoziationsmodell in der Lernpsychologie geht davon aus, dass Lernen ausschließlich aus der Verknüpfung von Reizen mit Reaktionen besteht.

eigenen Handlung wird auch als instrumentelle oder operante Konditionierung bezeichnet. Im Beispiel lernten die Katzen, sich eines Öffnungsmechanismus, also eines Instrumentes, zu bedienen.

Als Teil der Lerntheorie ausschließlich basierend auf Reiz-Reaktions-Assoziationen entwickelte sich auch eine behavioristische Theorie des Spracherwerbs. Burrhus Frederic Skinner (1904-1990), der prominenteste Vertreter des Behaviorismus in den USA, geht in seinem Buch »Verbal Behavior« so weit, nicht mehr von »Sprache« zu sprechen, sondern nur noch von »verbal behavior«. Durch diesen neuen Begriff wollte er die Verhaltenskomponente von Sprache hervorheben, denn Sprache war für ihn nichts anderes als (konditioniertes) Verhalten [Skinner 1957, S. 2]. In seinen Forschungen führte er Verhaltensuntersuchungen an Tieren durch und übertrug die Ergebnisse auf das menschliche verbale Verhalten. An gleicher Stelle rechtfertigte er diese Übertragung mit folgenden Worten [Skinner 1957, S. 2]:

»The basic processes and relations which give verbal behaviorists special characteristics are now fairly well understood. Much of the experimental work responsible for this advance has been carried out on other species, but the results have proved to be surprisingly free of species restrictions. Recent work has shown that the methods can be extended to human behavior without serious modification«.

Für ihn gibt es also nur einen Tieren und Menschen gemeinsamen universalen Lernmechanismus. Seinem Modell zufolge lernen Kinder Sprache, indem sie alle möglichen Laute erzeugen und bei korrekten Lautfolgen von den Eltern verstärkt bzw. durch aufmunternde Worte belohnt werden, sowie durch die Wiederholung bei Erwachsenen aufgeschnappter Lautfolgen (»echoing«): »The process of ›finding‹ a sound is pointed up by the well-known fact that the young child emits many speech sounds, which he will later find difficult to execute in learning a second language« [Skinner 1957, S. 61]. Denkt man dieses Modell von Reiz und Reaktion konsequent weiter, kommt man zu dem Schluss, dass ein Redner durch die Reaktionen des Publikums im Inhalt seiner Rede beeinflusst wird [Sarter 1980, S. 188]. Dissens und Kontroverse wären damit praktisch ausgeschlossen. Hier stößt sein Modell an Grenzen. Da Skinner jede Intention des Menschen ablehnt, ist es ihm unmöglich, eine Rede als individuelle mentale Willensäußerung zuzugestehen.

### 2.3.7 Konstruktiver Aspekt der Erkenntnis

Piaget »[...] weist alle Theorien zurück, die Entwicklung ausschließlich als empirisches Lernen durch Assoziationsbildung oder als direkte Abbildung dessen interpretieren, was in der Außenwelt existiert und geschieht: Der Beitrag des erkennenden Menschen und seiner Erkenntnis Kompetenzen darf bei der Suche, Aufnahme und Verarbeitung von Informationen nicht übersehen werden« [Montada 2002, S. 439]. Papert<sup>9</sup> fasst diese Beschreibung in einem

<sup>9</sup>Seymour Papert, geboren 1928, ist Mathematiker und Pädagoge und Mitbegründer der Artificial Intelligence Lab am MIT und des MIT Media Lab. Papert befasste sich viel mit dem Thema Kinder und Computer und

Bild: Piaget habe die Kinder zu »Architekten ihres eigenen Wissens gemacht« [Papert 1980]. Piaget sieht die Grenzen empirischen Lernens vor allem darin, dass sich die Einsicht in logische Notwendigkeit nicht aus empirischer Anschauung begründen lässt. »Schlussfolgerungen aus Prämissen setzen die Entwicklung von Logik, Schlussfolgerungen aus Beobachtungen setzen die Entwicklung von systematischer Kombinatorik und empirischer Variablenkontrolle voraus« [Montada 2002, S. 440]. Das folgende Beispiel aus Piagets Arbeiten soll einen Einblick in seine Untersuchungsmethoden gewähren [Stangl 2004].

Piaget und Inhelder legten den Versuchspersonen vier gleiche Fläschchen mit geruch-, geschmack- und farblosen Flüssigkeiten vor, die sich äußerlich in nichts voneinander unterschieden. Fläschchen 1 enthielt gelöste Schwefelsäure, Fläschchen 2 Wasser, Fläschchen 3 Wasserstoffsuperoxyd, Fläschchen 4 Thiosulfat. Dazu kam noch ein Gefäß mit Tropfenzähler, das Kaliumjodid enthielt (g). Bei Vermischung von 1 und 3 mit einigen Tropfen aus g färbt sich die Flüssigkeit gelb. Bei Hinzufügen von 2 ändert sich nichts, bei Zugießen von 4 verschwindet die gelbe Farbe. Der Versuchsleiter zeigte dem Kind zwei Gläser, die scheinbar die gleiche Flüssigkeit enthielten und setzte bei beiden einige Tropfen aus g hinzu. Da das eine Glas aus 1 und 3 gemischt war, färbte sich die Flüssigkeit gelb, das andere Glas, das nur Wasser enthielt, blieb farblos. Das Kind sollte das gleiche Ergebnis unter Benutzung der vier bereitgestellten Fläschchen und des Gefäßes erzielen.

Schon die Sieben- bis Zehnjährigen bemühten sich um eine systematische Lösung. Sie mischten g mit allen anderen Flüssigkeiten einzeln oder schütteten alle Flüssigkeiten zusammen. Die Lösung erfordert aber ein komplexeres Denken. Der Farbeffekt kann erst bei Verwendung formaler Operationen durch Mischung dreier Flüssigkeiten (1 + 3 + g) bei gleichzeitiger Abwesenheit der vierten (4) erzielt werden. Auf der Stufe der formalen Operationen erstellten die Jugendlichen (nach anfänglichen Fehlversuchen) alle möglichen Kombinationen, auch die möglichen sechs zweier Flüssigkeiten zusammen mit g. Damit ist eine Variablenkontrolle realisiert.

Nach Piagets Ansicht ist also Erkenntnis nie ein ausschließlich passiver Akt, indem eine bloße Rezeption von Objekten oder Ereignissen durch das Subjekt vorgenommen wird, sondern stets für das Subjekt ein aktiver Akt. Dieser Gedanke steht vor dem Hintergrund einer kritischen Auseinandersetzung mit dem Empirismus. Ihm liegt eine doppelte Absicht zugrunde: Zunächst will Piaget die Unhaltbarkeit des Empirismus aufzeigen, der von einer bloßen Abbildung oder Kopie des Objektes in das Subjekt hinein ausgeht. Dagegen will er zweitens ein eigenes Konzept der Erkenntnis stellen. Dafür führt er in [Piaget 1967a, S. 4] für die Erkenntnis den Begriff der »Assimilation« ein, die an der Schnittstelle zwischen Subjekt und Objekt steht.

---

entwickelte nach enger Zusammenarbeit mit Jean Piaget ab 1968 die Programmiersprache Logo, in der er Kindern besseres Lernen nach Piagets Lerntheorie und mit Hilfe von einfachen Computern und Robotern ermöglichen wollte [Papert 1980].

## 2.4 Stufenmodell

Piagets Stufenmodell kann im Rahmen dieser Arbeit nur skizzenhaft dargestellt werden. Für eine detailliertere Einführung sei auf [Petter 1961] verwiesen, von der Piaget im Vorwort selbst sagt, sie fasse seine Theorie in ausgezeichneter Weise zusammen. Eckpunkte von Piagets Stufenmodell sind vier deutlich voneinander unterscheidbare Entwicklungsstufen, die jeweils wiederum in Entwicklungsstadien unterteilt sind. Nach der Geburt befindet sich ein Kind auf der ersten Entwicklungsstufe. Sofern es die für gesunde Kinder übliche Entwicklung durchläuft, erreicht es mit 15 bis 16 Jahren die vierte Stufe. Die Reihenfolge der Stufen ist fest, keine kann übersprungen werden und Piagets Lehre zufolge durchlaufen alle (gesunden) Kinder alle vier Stufen. Um einige der Eigenschaften von Piagets Stufenmodell hervorheben zu können, lohnt es sich, den Exkurs zu einem verwandten Stufenmodell zu machen, das z.T. auf Piagets Modell aufbaut. Es geht um das Modell moralischer Entwicklungsstufen von Lawrence Kohlberg.

### 2.4.1 Moralische Entwicklung nach Kohlberg

Lawrence Kohlberg, 1927-1987, war als Psychologe Professor für Erziehungswissenschaften an der Harvard University School of Education und leitete das von ihm gegründete »Zentrum für moralische Entwicklung und Erziehung«. Bekannt wurde er für seine Arbeit zur ethisch-moralischen Entwicklung des Menschen. Unter Moral versteht er »Gerechtigkeit, d.h. die Wechselseitigkeit von Rechten und Pflichten« [Garz 1996, S.10]. Seine Forschungsmethode waren Interviews, in denen er Versuchspersonen moralische Dilemmata vorlegte, in die sich die Versuchspersonen hineindenken und diese entscheiden sollten. Z.B. verwendete er ein Dilemma, »bei dem es darum geht, ob der ältere Bruder eine Missetat des jüngeren, die dieser ihm unter der Verschwiegenheit offenbart hatte, dem Vater berichten soll« [Kohlberg 1995]. Jeweils im Abstand von mehreren Jahren wurden die Versuchspersonen wieder zu Interviews eingeladen und ihnen wurden neue Dilemmata vorgelegt. Aus der Auswertung dieser Interviews und den Unterschieden in der Beantwortung der moralischen Fragen entwickelte Kohlberg sein Stufenmodell. In seiner Doktorarbeit untersuchte er Piagets »Das moralische Urteil beim Kinde« [Piaget 1932]. Piaget hatte darin behauptet, dass sich das moralische Denken im Alter von 12 bis 13 Jahren vom heteronomen (also in Abhängigkeit von fremden Einflüssen) zum autonomen wandle, diese Hypothese aber nie belegt [Garz 1996, S. 53].

Kohlberg geht von drei Ebenen mit je zwei unterscheidbaren Stufen aus, die wie bei Piaget fest in der Reihenfolge des Durchlaufens sind. Im Verlauf seines Lebens hat er seine Untersuchungsergebnisse immer wieder reanalysiert, reinterpretiert und sein Modell angepasst<sup>10</sup>. Ta-

<sup>10</sup>Als Beleg mögen dafür die folgenden Titel, z.T. verfasst zusammen mit anderen Autoren, genügen: »Zusammenhänge und Brüche zwischen der Moralentwicklung in der Kindheit und im Erwachsenenalter« (1969, dt. 1995), »Zusammenhänge und Brüche zwischen der Moralentwicklung in der Kindheit und im Erwachsenenalter – neu interpretiert« (1973, dt. 1977) und »Zusammenhänge und Brüche zwischen der Moralentwicklung in der Kindheit und im Erwachsenenalter – noch einmal neu interpretiert« (1984).

Tabelle 2.1: Entwicklungsstufen nach Kohlberg [Brockhaus, »Lawrence Kohlberg«]

<p><b>Ebene 1:</b> Präkonventionelle Moral</p> <p>1. Stufe: fremd bestimmte Moral, Egozentrismus; Lust-Schmerz-Orientierung; Strafen vermeiden</p> <p>Es ist rechters, Regeln einzuhalten, deren Übertretung mit Strafe bedroht ist. Gehorsam als Selbstwert. Personen oder Sachen keinen Schaden zufügen. Der Grund, das Rechte zu tun, ist die Vermeidung der Bestrafung durch Autoritäten.</p> <p>2. Stufe: Individualismus, naiver Hedonismus; Kosten-Nutzen-Orientierung, Belohnung und Strafe</p>
<p><b>Ebene 2:</b> Konventionelle Moral</p> <p>3. Stufe: Beziehungen, Konformität mit anderen; Braves-Kind-Orientierung, Anerkennung gewinnen</p> <p>4. Stufe: Soziales System und Gewissen; Recht-und-Ordnung-Orientierung, Regeln befolgen</p>
<p><b>Ebene 3:</b> Postkonventionelle Moral</p> <p>5. Stufe: Sozialer Kontrakt; Einsatz für die Gemeinschaft, Gesetze sind nicht »absolut«</p> <p>6. Stufe: Universelle ethischen Prinzipien; Vernunft und Moral, Gleichberechtigung aller Menschen</p>

belle 2.1 fasst die Stufen entsprechend seiner endgültigen Darstellung aus den späten 1970er Jahren zusammen. Wie bei Piaget kann keine Stufe übersprungen werden. Allerdings erreichen nicht alle Menschen – und in dieser Eigenschaft unterscheidet sich sein Modell von dem Piagets – die letzten Stufen. Mit 16 Jahren erreichen die meisten Menschen heute die 4. Stufe, nur ein viertel aller Menschen erreicht Stufe 5. Betont werden muss aber die Tatsache, dass es – wie bei Piaget – keine feste Kopplung zwischen dem Alter und der erreichten moralischen Stufe gibt. Kohlberg konnte die 6. Stufe in seinen Längsschnittuntersuchungen nicht nachweisen [Garz 1996, S. 62]. In [Kohlberg 2000] vergleicht er sein Stufenmodell mit dem von Piaget, macht auf die genannten Unterschiede aber ausdrücklich aufmerksam. Während Piaget nach allgemeinen Erkenntnisstrukturen suchte, interessierte Kohlberg sich ausschließlich für die moralischen Strukturen, die allen Menschen gemeinsam sind.

#### 2.4.2 Entwicklungsstufen nach Piaget

In [Piaget 1966a, S. 466] formuliert Piaget die Anforderungen an sein Modell: »...dass sie bei allen Versuchspersonen in einer konstanten Reihenfolge aufeinanderfolgen, dass jede durch eine Gesamtstruktur charakterisiert werden kann (und nicht nur durch eine dominierende Eigenschaft) und dass sich diese Strukturen gemäß ihrer Entwicklungsfolge einander wechselseitig integrieren.« Beim Überschreiten einer Entwicklungsstufe zur nächsten werden also die Verhaltens- und Denkschemata der niedrigeren Stufe nicht durch andere ersetzt, sondern

in die neue Stufe übernommen und dienen dort als Grundlage für darauf aufbauende komplexere Schemata. Grundsätzlich unterscheidet Piaget zwei Aspekte der Entwicklung: 1. das stufenweise Hinzulernen neuer und die Integration bereits bekannter Schemata sowie 2. die Dezentrierung. Piaget fasst die Entwicklung des Kindes und die Entwicklung der Naturwissenschaften als Prozesse zunehmender Dezentrierung auf. Um zu illustrieren, was er mit Dezentrierung meint, sei hier ein Zitat aus dem Roman »Jenseits von Eden« des US-amerikanischen Schriftstellers John Steinbeck angeführt, in dem er den kindlichen Egozentrismus und die Dezentrierung in literarischer Form beschreibt [Steinbeck 1952, Kap. 52, Abschnitt 3]:

»Als Kind ist man der Mittelpunkt von allem. Alles, was geschieht, geschieht für einen selbst. Andere Menschen? Das sind nur Gespenster, die dazu da sind, dass man mit ihnen redet. Aber wenn man erwachsen wird, dann nimmt man seinen Platz ein, hat man sein eigenes Maß und seine eigene Form. Es gehen Dinge von einem aus und in andere Menschen ein, und es gehen Dinge von anderen Menschen aus und in einen selbst ein. Es ist schlimmer, aber es ist auch viel besser.«

Kinder auf dieser Entwicklungsstufe gehen noch von einem Animismus aus, der unbelebten Gegenständen, Pflanzen und Tieren eigene Seelen zuschreibt. Die Gegenstände im Handlungs- und Wahrnehmungsbereich des Kindes »verhalten« sich in der Vorstellung des Kindes deshalb so, wie sie es tun, weil sie mit eigener Seele und Willen ausgestattet sind<sup>11</sup>.

Piaget geht davon aus, dass in mehreren Stufen »zunächst die Dinge selber und ihre inneren Beziehungen erarbeitet werden, danach die Beziehungen zwischen den Dingen und schließlich die Beziehungen zwischen ganzen Struktursystemen« [Kesselring 1999, S. 101]. Piaget geht in seiner genetischen Erkenntnistheorie [Piaget 1992] davon aus, dass sich die Geschichte der Wissenschaft analog zur kindlichen Entwicklung abgespielt hat. Oder, anders herum ausgedrückt: Kinder vollziehen bis zum Ende der vierten Stufe der Psychogenese die Entwicklung der Wissenschaft von der Antike bis heute nach. Ein Beispiel für den Prozess der Dezentrierung in der Geschichte der Astronomie ist die Abfolge der kosmologischen Weltbilder. Zunächst stand die Erde absolut im Mittelpunkt, später wurde sie als in einfacher Bewegung zur Sonne angenommen. Heute wird das Sonnensystem als bewegliches Teilsystem angenommen, das Teil des Universums ist, in dem zwischen den Teilsystemen Anziehungs- und Abstoßungskräfte wie in den Teilsystemen wirken.

Auf jeder der vier Entwicklungsstufen durchläuft das Kind drei verschiedene Stadien der Dezentrierung: 1. den starken Egozentrismus 2. einen schwachen Egozentrismus, der bereits kognitive Projektion<sup>12</sup> erlaubt und 3. eine vollständige Dezentrierung, die es erlaubt, Beziehungen im Geiste umzukehren und von beiden Seiten zu betrachten.

<sup>11</sup>Heimito von Doderer beschreibt in seinen Kurzgeschichten Gebrauchsgegenstände mitunter ironisch, als hätten sie eine Seele. Eine Teekanne verschüttet absichtlich heißen Tee auf seinen Fuß, ein an der Wand hängendes Bild verspottet ihn für den dabei empfundenen Schmerz [Doderer 1995].

<sup>12</sup>Der Mensch besitzt die Fähigkeiten Abstraktion und Reflexion. Sie ermöglichen den Aufbau kognitiver Strukturen. Z.B. kann durch Abstraktion die Farbe als spezielles Merkmal aus dem Gesamtphänomen »Pflanze« betrachtet werden. In einem weiteren Schritt, der Reflexion, kann von diesem konkreten Grün einer bestimmten

### 2.4.3 Die sensomotorische Intelligenz

Als Ausgangsbasis für jegliche Erkenntnis wird in herkömmlichen Erkenntnistheorien zunächst immer die Sinneswahrnehmung angenommen. Vgl. z.B. Leibnitz' Satz »Nihil est in intellectu quod non prius in sensu.«. Sowohl Rationalisten als auch selbst Kant haben zugestanden, dass Erkenntnis stets von ihr ausgehe [Kant 1787, S. 5 1ff].

Grundlegende Wahrnehmungs- und einfache Erkenntnisleistungen wie die Wiedererkennung von Objekten ordnet Piaget der Stufe der »sensomotorischen Intelligenz« zu, die sich über die Zeit von der Geburt bis etwa zum 18. Monat erstreckt. Zunächst lernt das Kind, sich krabbelnd, zwischen dem 12. und 18. Monat aufrecht fortzubewegen, wozu es eines komplizierten Mechanismus' bedarf, um das Gleichgewicht zu halten. In dieser Zeit werden auch die Ordnungsrelation<sup>13</sup>, die Mittel-Zweck-<sup>14</sup> und die Einschachtelungs-Beziehung<sup>15</sup> erlernt. Es bilden sich erste Vorstellungen von Raum und Zeit und ein Bewusstsein von sich selbst sowie davon, dass man in einer Welt aus Objekten lebt, die von den eigenen Handlungen zunächst unabhängig ist. Piaget nennt diese erste Stufe die der »sensomotorischen Intelligenz«, weil das Kind in ihr die Koordination von Sinnesreizen (sensorischen Reizen) und seinen Bewegungen (Motorik) erlernt. Piaget untergliedert diese Stufe in sechs »Stadien«, die in fester Reihenfolge durchlaufen werden müssen und von denen keines übersprungen werden kann. Die Darstellung der einzelnen Stadien ist für die Argumentation in dieser Arbeit nicht ausschlaggebend. Für eine kompakte Übersicht sei auf [Kesselring 1999] sowie die genannten Primärquellen von Piaget verwiesen.

### 2.4.4 Das präoperatorische Denken

Die zweite Entwicklungsetappe reicht etwa vom 18. Monat bis zum vollendeten 7. Lebensjahr, also von der Kleinkindzeit bis zum Anfang der Schulzeit. In dieser Zeit findet der primäre Spracherwerb statt und die Grundlegung des begrifflichen oder logischen Denkens. Während für Kinder auf der ersten Stufe Wissen und Handeln eins sind, erlernen sie auf der zweiten Stufe, beide voneinander zu trennen. Sie sind nunmehr im Stande, sich ihr Handeln reflexiv vorzustellen. In Folge des primären Spracherwerbs lernen die Kinder den Umgang mit Zeichen und Symbolen. Die Begriffe Zeichen und Symbol sind hier ausdrücklich nicht synonym gemeint. Kinder wählen Symbole im Symbolspiel, z.B. wenn sie einen Stift als Fieberthermometer so verwenden, wie sie es bei den Erwachsenen gesehen haben. Die Wahl des Symbols ist individuell und in irgendeiner Weise mit dem Original verbunden (im Beispiel durch die Form). Die Bedeutung von Zeichen ist dagegen kollektiv, die Zuordnung von Zei-

---

Pflanze auf allgemeines Grün geschlossen werden, etwa durch das Denken an verwandte Farbwahrnehmungen. Durch diese reflektierende Abstraktion »werden bestimmte Verhaltens- oder Erkenntnisstrukturen auf eine höhere Erkenntnisebene »projiziert« [Kesselring 1999, S. 86].

<sup>13</sup>Die Ordnungsrelation ist eine Verallgemeinerungen der »kleiner-gleich«-Beziehung. Sie erlaubt es, Elemente einer Menge miteinander zu vergleichen.

<sup>14</sup>Die Mittel-Zweck-Beziehung ist eine sehr einfache Form des Kausalismus.

<sup>15</sup>Die Einschachtelungs-Beziehung drückt das »Ineinander-Enthaltensein« gleicher Gegenstände aus.



chen und Bedeutung oder Gegenstand innerhalb einer Gruppe einheitlich. Sonst wären sie auch nicht zur Kommunikation geeignet. Anders als bei Symbolen besteht zwischen Zeichen und ihrer Bedeutung keine Ähnlichkeit (vgl. die Eigenschaft der Arbitrarität von Sprache in Abschnitt 1.5). Auf der ersten Stufe waren Gegenstand und das, wofür er stand, nicht voneinander trennbar. Auf der zweiten Stufe kann ein Gegenstand als Zeichen für etwas anderes stehend begriffen werden. Das Zeichen ruft die Vorstellung des Gegenstandes hervor, für den es steht. Piaget versteht Sprache in diesem Zusammenhang ebenfalls als Zeichensystem. Durch den Gebrauch der Sprache wird sowohl das Denken als auch der Gedankenaustausch überhaupt erst ermöglicht. Dass der primäre Spracherwerb nicht unmittelbar nach der Geburt beginnt – identische Laute, die Kinder bis zum 18. Monat äußern, bezeichnen noch nicht identische Gegenstände – lässt sich in Piagets Modell damit erklären, dass es kurz nach der Geburt 1. noch nicht klar zwischen Zeichen und Bezeichnetem unterscheiden kann und 2. keine zeitliche Kontinuität für die Zuordnung zwischen bestimmten Zeichen und bestimmten Gegenständen aufrecht zu erhalten vermag.

#### 2.4.5 Die konkreten Operationen

Auf der nächsten Stufe erreicht das Denken der Kinder eine neue Qualität. Wenn Kinder auf dieser Stufe nach einem Gegenstand suchen, so tun sie dies systematisch, indem sie sich zu erinnern versuchen, wo und wofür sie ihn beim letzten Mal benutzt haben. Kinder auf der zweiten Entwicklungsstufe sind dazu noch nicht in der Lage und suchen planlos den gesamten zur Verfügung stehenden Raum ab. Für die systematische Suche muss das Kind in der Lage sein, sich Bewegungen und Transformationen vorzustellen, also den prozessiven Charakter z.B. der Ortsveränderung eines Gegenstandes zu erkennen, der am Anfang an einer Position A liegt, dann bewegt wird und schließlich an einer Position B wieder zur Ruhe kommt. Kinder auf der zweiten Entwicklungsstufe verfügen über diese Fähigkeit noch nicht. Piaget definiert den Begriff »Operation« in [Piaget 1957, S. 45] als verinnerlichte (»interiorisierte«), umkehrbare (»reversible«) kognitive Handlungen, die miteinander in einem System koordiniert sind. Diese Operationen sind konstitutiv für das neue intellektuelle Leistungsvermögen dieser Stufe, weshalb Piaget sie die »Stufe der konkreten Operationen« nennt. Sie erstreckt sich über den Zeitraum vom 7. bis zum 11. Lebensjahr, also die frühe Schulzeit. Eine Operation kann die Verinnerlichung einer Handlung, eines physikalischen Prozesses oder räumlicher und zeitlicher Beziehungen sein. Ist die Bewegung eines Gegenstandes von A nach B mit dem Startzustand ›Gegenstand an Position A‹, der Transformation ›Bewegung von A nach B‹ und dem Zielzustand ›Gegenstand an B‹ erst einmal als abstrakter Prozess verstanden, so wird die ausgeführte Transformation ›Bewegung‹ umkehrbar. Piaget verwendet dafür den Begriff der Reversibilität. Anschauliches Denken ist irreversibel, operatives Denken hat die Eigenschaft der Reversibilität. Logische Reversibilität ist eine Eigenschaft bestimmter Operationen<sup>16</sup>.

<sup>16</sup>In der Mathematik lässt sich die Addition durch die Subtraktion umkehren, die Multiplikation durch die Division usw.

### 2.4.6 Die formalen Operationen

Mit dem 11. oder 12. Lebensjahr erreichen Kinder die vierte Entwicklungsstufe. Erst in diesem Alter können Kinder deduktive Schlüsse ziehen, während sie bis dahin lediglich vom speziellen auf spezielles zu schließen vermochten, sog. transduktive Schlüsse zogen. Am Ende dieser Entwicklungsstufe mit etwa 15 Jahren kann der Jugendliche Piaget zufolge deshalb als wissenschaftsfähiges Subjekt gelten, weil er über die Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens im strengen Sinne verfügt, das heißt, er kann formale abstrakte Denkopoperationen nach den Gesetzen der Logik durchführen. Die Endstufe des Entwicklungsprozesses ist deshalb die von Piaget so genannte Stufe »der formalen Operationen« oder auch des »formal operatorischen Denkens«. Kinder vor der 4. Stufe können weder mathematische Kombinatorik noch aussagenlogische Fragen korrekt beantworten, weil ihnen das notwendige Abstraktionsvermögen fehlt. Auch der Zahlbegriff wandelt sich: für den griechischen Philosophen Protagoras (490-411 v. Chr.) war die Zahl noch in den Gegenständen enthalten. Für Piagets Geschichte der Erkenntnistheorie [Piaget 1992] hatte Protagoras' Denken damit noch nicht das Niveau der formalen Operationen erreicht. Mit diesem Denken ist es unmöglich, auf die negative Zahl zu kommen [Dux 2005, S. 231]. Kinder auf der vierten Entwicklungsstufe sind zu einer Abstraktion von konkreten Gegenständen zu einem abstrakten Zahlbegriff in der Lage.

## 2.5 Kritik an Piaget

Piaget hat sich bei seiner Forschung im Bereich der Entwicklungspsychologie auf allgemeine Konstruktionsprozesse in der geistigen Entwicklung konzentriert. Diese Tatsache hat zu viel Kritik an seinem Werk geführt, die hier bloß übersichtsweise dargestellt werden kann. Eine ausführliche Erörterung von Kritik an Piaget und eine kritische Auseinandersetzung mit den geäußerten Einwänden liefern [Lourenco & Machado 1996].

### Unterschätzte Kompetenzen

Zurecht wurde Piaget vielfach vorgeworfen, er habe die Kompetenzen von Kindern unterschätzt. In späteren Variationen seiner Versuche konnte gezeigt werden, dass Kinder bereits wesentlich früher zu bestimmten Erkenntnisleistungen in der Lage waren, als Piaget es aus seinen Versuchen berichtet hatte, sofern die Aufgabenstellungen für die Kinder geeigneter waren. So sind Kinder bereits im Alter von einem Jahr in der Lage, für bestimmte ihnen präsentierte Gegenstände den richtigen Namen des Gegenstandes als gesprochenes Wort zu erkennen [Friedrich&Friederici 2005]. Diese neueren Erkenntnisse stellen Piagets Stufenmodell zwar nicht an sich, wohl aber die Zuordnung zwischen den Stufen und den Zeiträumen im biologischen Alter des Kindes in Frage.

### **Vernachlässigung sozialer Faktoren**

Piaget hat den Einfluss sozialer Interaktionen (Belehrung, Lernen durch Beobachtung) in der Entwicklung von Kindern in seinen Untersuchungen vernachlässigt. Zwar hat er die Bedeutung sozialer Interaktion für die Auslösung von Äquilibrationsprozessen nicht geleugnet, seine entwicklungspsychologischen Experimente erfassen solche Einflüsse aber nicht, mehr noch, sein Erklärungsmodell ignoriert sie vollständig.

Günter Dux weist darauf hin, dass »[d]ie kategorialen Strukturen [...] nicht einfach die logisch-mathematischen« sein können [Dux 2005, S. 219]. Er meint, dass sie erst in der Kommunikation mit anderen entstehen, die geistige Entwicklung also nicht als Prozess betrachtet werden kann, der losgelöst von der Interaktion mit anderen Menschen abläuft. Mit der Herkunft der Kategorien tun sich aber auch die Nativisten schwer, wie wir in Abschnitt 4 sehen werden.

### **Annahme typischer Strukturen für jede Entwicklungsstufe**

In an Piagets Forschung anschließenden Versuchen wurden viele Asynchronien gefunden. D.h. es gibt einige Aufgaben, die zu einem Zeitpunkt von Kindern auf einer bestimmten Entwicklungsstufe gelöst werden können und andere, die mutmaßlich strukturgleich sind, aber nicht gelöst werden können. Piaget selbst hat dies in seinen Untersuchungen beobachtet und von Verschiebungen, »décalages«, »Unterschied[en] in der Geschwindigkeit der Entwicklungen« [Dux 2005, S. 246] gesprochen, jedoch ohne diese weiter zu erklären oder zu erforschen<sup>17</sup>. Für Piaget sind die Strukturen einer Entwicklungsstufe nicht nur beschreibende innere Repräsentationen, sondern Instrumente des Denkens, funktionale Einheiten. Vor diesem Hintergrund ist es durchaus erklärungsbedürftig, warum diese Instrumente für die Lösung einiger Aufgaben verwendet werden und für andere nicht.

### **Keine Entwicklungserklärungen**

Eine weitere Kritik ist, dass Piagets Stufenmodell bzgl. der Entwicklung lediglich beschreibend und nicht erklärend ist. Es liefert keine Ursache-Wirkungs-Regeln, warum z.B. ein Kind bis zu einem bestimmten Alter nicht in der Lage ist, einen abstrakten Zeitbegriff zu entwickeln.

### **Vernachlässigung der Entwicklung nach dem 15. Lebensjahr**

Für Piaget endet die Entwicklung des Kindes zum wissenschaftsfähigen Subjekt mit dem 15. Lebensjahr. Die geistige Entwicklung danach hat Piaget nicht weiter untersucht. Die individu-

---

<sup>17</sup>Untersuchungen an Kindern der Hopi-Indianer, einem Stamm, der im nordöstlichen Arizona in den USA lebt, zeigten, dass deren Kinder die gleiche Entwicklung durchmachen wie Kinder in industriellen Gesellschaften, mit dem Unterschied, dass sie die Entwicklungsstufen später erreichen und viele Kinder nicht über die zweite Entwicklungsstufe hinaus kommen [Dennis 1943].

elle geistige Entwicklung muss jedoch nicht zu diesem Zeitpunkt enden. Vielfach entwickeln sich Wissen und bereichsspezifische Expertise zum Lösen von Problemen in einem komplizierten Fachgebiet erst später. Sein Stufenmodell untersucht diese weitere Entwicklung nicht.

### **Vernachlässigung der affektiven Komponente**

Papert, der selbst fünf Jahre Mitarbeiter von Piaget an dessen Centre in Genf war und Anhänger Piagets Entwicklungslehre, weist in [Papert 1980] darauf hin, dass Piaget die affektive Komponente im Lernen vernachlässigt habe. Er meint, dass Kinder nicht nur irgendwie spielerisch die Welt erkunden, sondern sich intensiv affektiv an ihre Spielzeuge binden. Piaget habe ihm auf die Nachfrage, warum er sich um diesen Aspekt nicht gekümmert habe, geantwortet, dass dies nicht aus Ignoranz oder Geringschätzung geschehen sei, sondern weil er darüber zu wenig wisse. Papert hebt eben diese Komponente als besonders wichtig für das Lernen bei Kindern hervor.

## 3 Noam Chomsky: Nativismus

### 3.1 Biographische Übersicht

Noam Chomsky wurde am 7. Dezember 1928 in Philadelphia, im Bundesstaat Pennsylvania der USA als Sohn russischer Einwanderer geboren. Sein Vater William Chomsky war Hebräischlehrer, was seiner Familie während der Weltwirtschaftskrise 1929 ein zuverlässiges Einkommen sicherte. Elternhaus, Freundeskreis und das weitere Umfeld der Eltern waren jüdisch liberal geprägt. Mit acht oder neun Jahren begann Noam Chomsky hebräische Literatur zu lesen. Sein Interesse für Linguistik wurde nach eigenem Bekunden durch »David Kimhi's Hebrew Grammar« (1952), ein Grammatikwerk über das Hebräische aus der Feder seines Vaters etwa zur gleichen Zeit geweckt [Barsky 1997, S. 19]. Mit 10 Jahren schrieb er seinen ersten Artikel für die Schülerzeitung seiner Schule über die Gefahr durch den Faschismus nach dem Fall von Barcelona. Er selbst nennt diesen Artikel in Interviews immer gerne als den Beginn seines politischen Engagements, das sich in einer großen Zahl von Büchern niederschlägt, in denen er bis heute die Politik der USA heftig kritisiert.

1945 begann er sein Studium an der University of Pennsylvania. In Philosophie hörte er Vorlesungen u.a. bei den US-amerikanischen Philosophen Charles West Churchman (1913-2004), der auf den Gebieten Operations Research<sup>1</sup> und Systemtheorie forschte, sowie bei Nelson Goodman (1906-1998), der stark vom Empirismus und von Rudolf Carnaps Phänomenalismus beeinflusst war. Linguistik hörte er bei dem US-Amerikaner Zellig Harris (1909-1992), der ursprünglich ein Semantiker war, jedoch später für seine Arbeiten auf den Gebieten der strukturellen Linguistik und der Diskursanalyse bekannt wurde und Chomskys politische Einstellungen maßgeblich beeinflussen sollte. 1955 schließt Chomsky das Studium in Linguistik an der University of Philadelphia mit einer Doktorarbeit unter dem Titel »The Logical Structure of Linguistic Theory« ab. Anschließend war er für vier Jahre Harvard Junior Fellow an der Harvard University. Auf der Grundlage seiner Dissertation entwickelte er seine Theorie der generativen Transformationsgrammatik, die er 1957 unter dem Titel »Syntactic Structures« veröffentlichte. Nach der Verleihung der Doktorwürde war Chomsky zunächst Assistenzprofessor, ab 1961 ordentlicher Professor für Linguistik und Philosophie am Massachusetts Institute of Technology. In den 1960er Jahren fanden seine Arbeiten weltweite Anerkennung und er gilt seitdem als einer der wichtigsten Theoretiker auf dem Gebiet.

Robert Barsky, der eine Biographie auf der Grundlage jahrelanger Recherche und unter Mithilfe von Chomsky geschrieben hat, weist darauf hin, dass Chomsky – wie Piaget – stets

---

<sup>1</sup>Operations Research ist ein Teilgebiet der angewandten Mathematik, das sich mit dem Optimieren wirtschaftlicher Prozesse und Verfahren beschäftigt.

interdisziplinär tätig war. Sein Werk umfasst mehr als 70 Bücher und über 1000 veröffentlichte Artikel. Er ist die am meisten zitierte lebende Person [Barsky 1997, S. 3]. Sein wichtigster wissenschaftlicher Beitrag ist die Formulierung der generativen Transformationsgrammatik in [Chomsky 1957], mit den Erweiterungen in zahlreichen weiteren Veröffentlichungen auf dem Gebiet der theoretischen Linguistik. Verbunden mit seiner Theorie einer universellen Grammatik ist sein Beitrag zu Kognitionswissenschaft und Psychologie, wie er nicht zuletzt in dieser Arbeit thematisiert wird. Seine Theorie einer Universalgrammatik war ein direkter Angriff auf die etablierten behavioristischen Theorien seiner Zeit und hatte erhebliche Auswirkungen auf das wissenschaftliche Verständnis des kindlichen Spracherwerbs und der menschlichen Fähigkeit zur Interpretation von Sprache. 1959 veröffentlichte Chomsky in diesem Zusammenhang seine Kritik an Skinners »Verbal Behaviour« [Chomsky 1959]. Für die zugrunde liegenden Fragestellungen hat er sich außerdem intensiv mit Geschichte, insbes. Ideengeschichte und Philosophie auseinandergesetzt. In den 1960er Jahren begann Chomsky in seinen Veröffentlichungen verstärkt seine politischen Einstellungen und sein soziales Engagement zu artikulieren. 1964 protestierte er gegen das militärische Engagement der USA in Vietnam. Seither gilt er als eine der stärksten Stimmen aus dem Lager der Kritiker der US-amerikanischen Weltmachtspolitik.

### 3.2 Begriffsbestimmung »Nativismus«

Diese Arbeit trägt den Begriff Nativismus im Titel, ohne dass er bisher geklärt wurde. Er stammt vom lateinischen »nasci«= geboren werden bzw. »nativus«= angeboren und wird häufig mit »angeboren« oder »eingeboren« ins Deutsche übersetzt. Der Brockhaus unterscheidet für »Nativismus« unterschiedliche Bedeutungen. In der Politik kämpft der Nativismus um die Rechte der in einem Land geborenen Mehrheit gegenüber dem Zustrom Fremder beziehungsweise den Ansprüchen einer fremden Minderheit. In der Psychologie versteht man unter Nativismus die Ansicht, bestimmte Begabungen oder Fähigkeiten seien angeboren oder von Geburt an im Gehirn fest verankert. Ausschließlich in der zweiten Bedeutung wird der Begriff in dieser Arbeit verwendet.

[Graaf 1999, S. 16] unterscheidet mit Bezug auf [Bateson 1991, S. 21] innerhalb der Psychologie sechs Aspekte des englischen »innate«: »zum Zeitpunkt der Geburt vorhanden«; »ein Verhaltensunterschied ausgelöst durch einen genetischen Unterschied«; »im Verlauf der Evolution angeeignet«; »stabiles Merkmal während der Entwicklung«; »gemeinsames Merkmal aller Mitglieder einer Spezies« und »nicht erlernt«. Chomskys Vorstellung des »Language Acquisition Device« (LAD) vereinigt alle diese Bedeutungen auf sich.

### 3.3 Leitmotive

Die Basis der Argumente, die Chomsky für den Nativismus ins Feld führt, soll in den folgenden Abschnitten geklärt werden. Gedanken wie der, dass es im Gehirn eine abstrakte Archi-

tektur der Informationsverarbeitung gibt, sind alles andere als selbstverständlich. Sie erinnern (nicht zufällig) an Konstrukte der Mathematik, Informatik und KI. Diese Parallelen sollen in einem Exkurs in die theoretisch motivierte Kognitionswissenschaft aufgezeigt werden. Um den Rahmen zu beleuchten, in dem sich Chomskys Argumente präsentieren, soll hier die Argumentation von Jerry Fodor<sup>2</sup> dargestellt werden. Fodor hat viel mit Chomsky zusammen gearbeitet. U.a. hielten sie gemeinsame Vorlesungen, aus denen das Buch »The Modularity of Mind« [Fodor 1983] hervorging. Die darin postulierten Annahmen sind auch für Chomskys Arbeit bedeutsam.

Ebenfalls wichtig für ein Verständnis von Chomskys Werk ist das Wissen um seine spezielle Unterscheidung von Kompetenz und Performanz im Kontext von Sprache. Sie ist angelehnt an Saussures Unterscheidung von »langue« und »parole«, allerdings mit etwas anderen Bedeutungen der Begriffe. Auf diese Unterscheidung soll hier eingegangen werden.

Die Frage, wie Menschen es schaffen, aus endlich vielen Daten zuverlässig und effizient auf Hypothesen zu schließen, die Aussagen über unendlich viele Daten machen, ist auch für das Erlernen von Sprache interessant. Auf das grundsätzliche Problem der Unterbestimmtheit soll anhand eines Beispiels eingegangen werden.

### 3.3.1 Kognitionswissenschaft

Der Begriff der »Kognitionswissenschaft« wird innerhalb dieser Arbeit verwendet für den Wissenschaftszweig, der sich mit der Erforschung kognitiver Fähigkeiten beschäftigt. Zu diesen Fähigkeiten gehören Wahrnehmung, Denken, Lernen, Motorik und Sprache. Um das Gesamtphänomen Kognition verstehen zu können, verfolgt die Kognitionswissenschaft einen interdisziplinären Ansatz, an dem Informatik, Linguistik, Neurowissenschaft, Philosophie und Psychologie beteiligt sind. Chomskys Arbeiten haben großen Einfluss auf die Kognitionswissenschaft. Seine Aussagen müssen aber auch stets vor ihrem Hintergrund verstanden werden. George Lakoff und Mark Johnson unterscheiden in [Lakoff&Johnson 1999, S. 75ff] zwei »Konzepte« der Kognitionswissenschaft.

#### Die ›körperlose‹ Kognitionswissenschaft

Die erste Generation der Kognitionswissenschaftler der 1950er und 1960er Jahren lehnt sich in ihren Theorien eng an die erste Generation der KI an. Kognition wird verstanden als Symbolmanipulation. Wahrnehmungen werden kodiert als abstrakte Symbole, Denken ist eine regelhafte Manipulation dieser Symbole. Die Hoffnung war, die Regeln hinter der Symbolmanipulation vollständig extrahieren zu können. Die Kenntnis dieser Regeln identifizierte man mit Denken an sich. In der Geschichte der KI wird diese Haltung als das »symbolische

<sup>2</sup>Jerry Alan Fodor, Jahrgang 1935, ist ein US-amerikanischer Philosoph und Kognitionswissenschaftler. Er lehrt an der Rutgers-University in New Jersey. Fodor ist besonders mit seiner These einer »Sprache des Denkens« (»language of thought«) und der Theorie der Modularität der Kognition einer der einflussreichsten Vertreter der Kognitionswissenschaft.

Paradigma« bezeichnet. Ab 1957 entwickelten die »Väter der harten KI« [Rechenberg 2000, S. 245] Herbert Simon und Allen Newell auf Basis dieses Paradigmas den sog. »General Problem Solver« (im folgen kurz Gps) [Newell&Simon 1959]. Repräsentiert werden die Probleme darin in Form von Symbolen, operiert wird auf diesen Symbolen mit den Transformationsregeln der Logik. Die Autoren verfolgen mit diesem Programm höchste Ziele: Sie nennen es »Gps, a Program That Simulates Human Thought« [Newell&Simon 1963]. Als der Ansatz des allgemeinen Problemlösers scheitert, ging man mit den sog. Expertensystemen dazu über, auf begrenzten Wissensdomänen »künstliche Intelligenz« nachzuahmen. Rückblickend lässt sich sagen, dass der Gps-Ansatz gescheitert ist. Für eine Darstellung der Ursachen dieses Scheiterns sei auf [Dreyfus 1972] verwiesen.

In der Philosophie spricht man auch von Neocartesianismus, weil hier – ähnlich wie bei René Descartes (1596-1650) – von »fleischlosen«, rein abstrakten, von aller sinnlichen Wahrnehmung losgelösten Ideen ausgegangen wird, mit denen im Geiste nach (logischen) Regeln operiert wird. Fodor greift diese Position in den 1980er Jahren wieder auf. Ausdrücklich vertritt er in [Fodor 1983] die Theorie einer Modularität der Kognition. Der Kerngedanke ist, dass Kognition zumindest teilweise gekapselt in einzelne Module abläuft. Welche Module konkret von einander unterschieden werden, variiert von Autor zu Autor. Genannt werden z.B. getrennte Module für arithmetische Berechnungen, logisches Denken, visuelle Objektidentifikation etc. Gemeint ist also eine funktionale Kapselung der Verarbeitung, die sich nicht notwendig auf physiologischer Ebene widerspiegeln muss. Jedoch weist Fodor auf die bekannten Fälle von Patienten mit Läsionen an bestimmten Stellen im Gehirn hin, denen je nach Ort der Läsion stets bestimmte Fähigkeiten fehlen.

Problematisch ist der Schluss, dass es gekapselte Module für bestimmte kognitive Leistungen geben müsse, weil z.B. bei der Verarbeitung von Sprache stets dieselben Gehirnareale aktiviert werden.

»Die topographische Zentrierung der Sprachfähigkeit wird dahingehend verstanden, dass ich sie Modulen im Gehirn verdanke, deren neuronale Architektur die Strukturen der Sprache enthielten. Dass es topographische Areale des Sprechvermögens gibt, ist nicht weiter zweifelhaft; die Annahme deckt jedoch nicht die Feststellung, in ihm seien die Sprachstrukturen bereits genetisch ausformuliert.« [Dux 2005, S. 294].

### **Kognitionswissenschaft mit Körperbezug**

Erst Mitte der 1970er Jahre sind die bildgebenden Verfahren in der Medizin so weit entwickelt, dass die Kognitionswissenschaft empirische Untersuchungen durchführen kann. Larkoff und Johnson bezeichnen sie als die »zweite Generation der Kognitionswissenschaft«. Mit der funktionellen Magnetresonanztomografie ist es möglich, nicht nur einzelne Bilder der Erregung bestimmter Gebiete des Gehirns aufzunehmen, sondern auch ihren zeitlichen Verlauf. So kann man heute die Aktivität beliebiger Positionen im Gehirn praktisch verzö-



gerungsfrei sichtbar machen, indem man Versuchspersonen in psychologischen Tests Aufgaben in einem Magnetresonanztomographen lösen lässt. Durch den Zugang zu diesen neuen Untersuchungsergebnissen ergaben sich Lakoff und Johnson zufolge zwei Konsequenzen [Lakoff&Johnson 1999, S.77]: Erstens eine starke Abhängigkeit von Konzepten und Denken vom Körper und zweitens die Zentrierung auf Konzeptualisierung und das Denken in bildlichen Prozessen.

Entgegen dem symbolischen Paradigma ergeben sich konzeptuelle Strukturen aus sensorischer Erfahrung und den neuronalen Strukturen, in denen diese Strukturen entstehen. Jüngere Forschungsergebnisse unter dem Stichwort »Spiegelneuronen« untermauern diese Ansicht (s. Abschnitt 5.2). Diese Ergebnisse erteilen Newell und Simons Gps eine klare Absage [Lakoff&Johnson 1999, S. 6], weil aus sensomotorischer Erfahrung entstandene Konzepte in sich eine Verbindung zu den Dingen haben, die sie repräsentieren. Abstrakte Symbole wie die des Gps sind an sich ohne Bedeutung, sie stehen für freie Variablen in einem Computerprogramm, die mit beliebigen Werten belegt werden können, deren Belegung aber nichts am Verarbeitungsschema ändert.

Die Auswirkungen dieser zweiten Generation nennen [Lakoff&Johnson 1999, S. 8] eine »philosophy close to the bone«. Sie kann als eine Weiterentwicklung der Chomskyschen Sichtweise aufgefasst werden. Vernunft und Denken sind demnach im Verlauf der Evolution entstanden und unterliegen evolutionären Regeln: Ein »Darwinismus der Vernunft« [Lakoff&Johnson 1999, S. 4]. Diskussionen wie die um die Folgen der Experimente des US-amerikanischen Physiologen Benjamin Libet [Libet 2004] für die Freiheit des menschlichen Willens deuten auf das Erstarken eines neurobiologisch motivierten Determinismus hin.

### 3.3.2 Anlehnung an die harte KI

Chomskys Idee eines LAD folgt dem Gedanken modularer Kognition und gehört damit sowohl zeitlich (1957) als auch inhaltlich zur ersten Generation der Kognitionswissenschaft: Sie ist gemeint als ein Modul in einem Gefüge ganz unterschiedlich funktionierender Einheiten, die durch ihr Zusammenspiel Kognition ausmachen. Grammatik, so wie Chomsky sie versteht, ist unabhängig vom transportierten Inhalt. Die Produktionsregeln für das Erzeugen eines Satzes hängen von der syntaktischen Klasse der verwendeten Wörter ab, nicht von ihrem Inhalt.

#### Die Aufgabe des Language Acquisition Device

Nun stellt sich die Frage, was nach Chomsky angeboren und was erlernt ist. Offensichtlich sind die Wörter (Einträge im »Lexikon«, vgl. Abschnitt 3.4.7) nicht angeboren: Ein chinesischer Säugling kann, wenn er in Deutschland aufwächst, Deutsch als seine Muttersprache ebenso einfach lernen wie Chinesisch, wenn er in China aufwächst. Angeboren sind Chomsky zufolge nur die in Abschnitt 3.4.4 beschriebenen Komponenten. Danach

besteht eine Grammatik aus einem Fünf-Tupel<sup>3</sup>. Zu dem Tupel gehören u.a. die Menge der Terminalsymbole (die Wörter) und die Menge der kontextfreien sequentiellen Produktionsregeln. Die Terminalsymbole und die Produktionsregeln selbst sind *nicht* veranlagt, lediglich die Mengen als »Behältnisse« für Terminalsymbole und Produktionsregeln. Die Veranlagung umfasst nur die Formen, die grammatische Strukturen annehmen können, nicht die Strukturen selbst. Sprache ist also Chomsky zufolge keineswegs angeboren. Wenn Chomsky sagt, dass menschliche Gehirne eine Universalgrammatik als Spezies-spezifisches Merkmal enthalten [Chomsky 1975, S.34], dann meint er damit die Veranlagung dieser – zum Zeitpunkt der Geburt leeren – Mengen als »Behältnisse«.

Die Elemente der angesprochenen Mengen müssen also erlernt werden. An dieser Stelle tritt in Chomskys Theorie das LAD auf. Seine Aufgabe ist es, aus einem sehr kleinen Corpus von Beispielsätzen (vgl. Abschnitt 3.3.5 über Betrachtungen zur Unterbestimmtheit) Wörter und allgemeine grammatische Regeln abzuleiten. Diese Wörter und Regeln werden anschließend in den veranlagten Mengen gespeichert und können fortan zur Erzeugung und zum Verstehen von Sätzen verwendet werden.

### Parallelen zur KI

Begrifflichkeit und Modell erinnern an die Informatik. Fodor selbst schlägt solch einen Vergleich vor: »As often happens in playing cognitive science, it is helpful to characterize the functions of psychological systems by analogy to the organization of idealized computing machines.« [Fodor 1983, S. 38]. Dabei lässt er jedoch eine wichtige Frage unbeantwortet: Gibt es eine wie auch immer geartete Struktur- oder Funktionsisomorphie zwischen der menschlichen Informationsverarbeitung und der der theoretischen Informatik? Immer wieder tauchen Fragen der Berechenbarkeit in Sinne der Arbeiten von Alan Turing (1912-1954) auf, ohne zu klären, ob ein Mensch prinzipiell überhaupt mit einer von ihm erdachten Turingmaschine vergleichbar ist. Die Turingmaschine wurde von Turing als gedankliches Modell entwickelt, um grundlegende Fragen der Theoretischen Informatik zu klären. Sie kann immer nur genau einen von endlich vielen inneren Zuständen annehmen und hat als Eingabe ein unbeschränkt langes Speicherband mit unbeschränkt vielen Feldern. In jedem dieser Felder kann genau ein Zeichen gespeichert werden. Weiterhin verfügt sie über einen programmgesteuerten Lese- und Schreibkopf, der sich auf dem Speicherband feldweise bewegen und die Zeichen verändern kann. Eine Turingmaschine modifiziert die Eingabe auf dem Band nach einem in der Maschine fest eingebauten Programm. Ist die Berechnung beendet, so befindet sich das Ergebnis auf dem Band. Es wird somit jedem Eingabewert ein Ausgabewert zugeordnet<sup>4</sup>. Der Folgezustand resultiert immer nur aus dem aktuellen Zustand und der Eingabe, die das Band liefert. Turing hat gezeigt, dass sich beliebig programmierte Turingmaschinen auf einer sog. »Universellen Turingmaschine« realisieren lassen. Eine solche universelle Turingmaschine kann also

---

<sup>3</sup>einem Vektor mit fünf Elementen

<sup>4</sup>Eine Turingmaschine muss nicht für alle Eingaben stoppen. In diesem Fall ist die Funktion für die Eingabe undefiniert. Dieser Fall kann für die Fragestellung dieser Arbeit aber vernachlässigt werden.

alle Berechnungen durchführen, die überhaupt mit irgendeiner Turingmaschine ausgeführt werden können.

Graaf weist in [Graaf 1999, S. 30] explizit darauf hin, dass Chomsky sich direkt an die harte KI anlehnt. Der US-amerikanische Philosoph John Searle (1932) unterscheidet zwei Fraktionen der KI-Forschung, die mit unterschiedlichen Zielen arbeiten. Die *harte* KI hat zum Ziel, eine dem Menschen gleiche Intelligenz in Maschinen zu realisieren. Aus Sicht des Kognitionswissenschaftlers ist der Computer damit nicht mehr nur ein Mittel, um Geist zu erforschen, »vielmehr ist der entsprechend programmierte Computer tatsächlich ein Geist in dem Sinne, dass von Computern mit den richtigen Programmen im wörtlichen Sinne gesagt werden kann, dass sie *verstehen* und andere kognitive Zustände haben« [Searle 1980, S. 225]. Die harte KI stand in enger Verbindung mit der ersten Generation der Kognitionswissenschaft. Theorien kognitiver Funktionsweise des menschlichen Gehirns sollten die Grundlage für die Programmierung und Computern sein und so zu Raymond Kurzweils »intelligenten Maschinen« [Kurzweil 1990] führen. Damit steht sie im Gegensatz zur *weichen* KI, die zum Ziel hat, Maschinen zu schaffen, die lediglich intelligent in ihrem Verhalten auf Menschen wirken, egal wie sie das intern realisieren. Der Computer bleibt weiterhin ein »außerordentlich leistungsfähiges Werkzeug« [Searle 1980, S. 225].

Chomsky hat außerdem eine Systematik formaler Grammatiken geschaffen, die nach ihm benannte »Chomsky-Hierarchie«, die in enger Verbindung mit Turingmaschinen steht. Für jede Klasse von Grammatiken liefert eine in bestimmter Weise programmierte Klasse von Turingmaschinen für beliebige Eingabesätze die Entscheidung, ob sie zur Grammatik hinzu gehören (grammatisch korrekt sind) oder nicht. Chomsky behauptet, dass das menschliche Gehirn eine Universalgrammatik enthält: »It [the brain] contains UG [Universal Grammar] as ›a species-specific, genetically determined property« [Chomsky 1975, S.79], vgl. weiterhin [Chomsky 1965] und [Chomsky 1980]. Diese Universalgrammatik physiologisch im Gehirn nachzuweisen überlässt er den Biologen: »[T]he theory of UG, is an innate property of the human mind. In principle, we should be able to account for it in terms of human biology« [Chomsky 1975, S. 34]. Graaf weist in [Graaf 1999, S. 33f] auf die implizit angenommene Isomorphie zwischen der im Gehirn »implementierten« Universalgrammatik und einer universellen Turingmaschine hin. Verwandt damit »ist die Vorstellung, das Gehirn (oder, richtiger, der Geist) gleiche einem Computer und die Welt dem Magnetband eines Computers, wobei die Welt größtenteils so geordnet sei, dass empfangene Reize in Form logischer Gedanken ›abgelesen‹ werden können« [Edelman 1992, S. 33]. Diese Annahme liegt allen Argumenten von Chomsky und Fodor zugrunde und wurde während der Debatte nie erörtert. Fodor gesteht – stellvertretend für die anderen Vertreter dieser Art Vergleiche – die Nicht-Eindeutigkeit (wenn nicht Dürftigkeit) der empirischen Belege ein [Fodor 1983, S. 46]:

»I should say at the outset that not every psychologist would agree with me about what the state of the evidence is. [...] I'll be trying to say what you might expect the data to look like if the modularity story is true of input systems; and I'll claim that, insofar as any facts are known, they seem to be generally

compatible with such expectations.«

Chomsky lehnt sich an Fodors Konzept der Modularität an [Chomsky 1980], zitiert nach [Graaf 1999, S. 44]:

»The innate knowledge that is assumed to exist prior to the process of language acquisition is incorporated in three interacting but independent biological structures, called modules: a grammatical module that computes the relationship between form and meaning, a conceptual module that contains knowledge of the world and a pragmatic module that contains, for example, rules with respect to role taking in conversation.«

Fodor geht in seinem Nativismus noch weiter als Chomsky. Er meint, dass alle Konzepte angeboren seien. Er argumentiert dafür mit logischer Notwendigkeit [Piattelli-Palmarini 1980, S. 147]:

»You have to be nativistic about the conceptual resources of the organism because the inductive theory of learning simply doesn't tell you anything about that – it presupposes it – and the inductive theory of learning is the only one we've got.«

Die Argumentationsweise selbst wurde jedoch nie an sich angegriffen.

1975 hatte die KI ihre Depression noch nicht erlebt, die aus dem Scheitern des ehrgeizigen Vorhabens resultierte, menschliche Intelligenz in einer Maschine zu realisieren. So konnte sich Chomsky immer wieder an Konzepte und Modelle der KI anlehnen, für die er heute sofort auf ihre Ungenügendheit in der KI hingewiesen würde. Damals konnte diese Art von Kritik noch nicht geübt werden, weil das Scheitern der harten KI noch nicht bekannt war. Die Frage, ob das Gehirn ein allgemeiner Problemlöser (»General Problem Solver«) im Sinne von Allen und Newell ist – ein Gedanke, der sich an die Sicht auf das Gehirn als universelle Turingmaschine anlehnt – oder ob es unterschiedliche Informationen jeweils in spezifischer Weise verarbeitet, ist in der Zeit nach der Debatte einerseits auf Grund des Scheiterns der harten KI und andererseits durch neurophysiologische Erkenntnisse intensiv diskutiert worden. Inzwischen hat man sich von der These des GPs weit entfernt und für die zweite Alternative entschieden [O'Reilly&Munakata 2000].

### Jacques Monod

Der französische Molekularbiologe und Medizin-Nobelpreisträger Jacques Lucien Monod (1910-1976) stellt in seinem philosophischen Beitrag »Zufall und Notwendigkeit« (1970) die These auf, dass Leben durch einen einzigen unwahrscheinlichen Zufall entstanden sei und löste damit über Frankreich hinaus viele Diskussionen aus. Er geht zwar nicht von angeborener Sprache, wohl aber von einem angeborenem Programm für den Erwerb von Sprache

aus. Dieses »Programm« – wieder eine begriffliche und gedankliche Anleihe aus der Informatik – hält er für genetisch ins Gehirn einprogrammiert [Monod 1970, S. 135]. Dazu seien keine weiteren Informationen von außen notwendig. Auf der Skala zwischen den beiden dichotomen Punkten, »alle Merkmale des Menschen werden ihm durch seine Veranlagung mitgegeben« und »Merkmale werden erst nach der Geburt durch die Reize aus der Umwelt erworben«, tendiert Monod mit seiner Ansicht also sehr zur Seite des genetischen Determinismus bzw. Nativismus des Spektrums. Zusammen mit Jerry Fodor gehörte er zu Chomskys Partei der Verfechter des Nativismus.

### 3.3.3 Symbolische Informationsverarbeitung

Chomskys Argumentationen sind häufig sehr formal. Der folgende Exkurs auf das Gebiet der Informatik soll eine weitere stillschweigende Grundlage seiner Formalisierungen gerade in Hinsicht auf die Debatte mit Piaget klären.

Im vorigen Abschnitt wurde bereits auf die Parallelen zwischen der Idee eines LAD und der Informatik hingewiesen. Eine zweite Grundlage, von der Chomsky nicht nur für seine Haltung in der Frage des Spracherwerbs sondern für seine Theorie der generativen Transformationsgrammatik allgemein ausgeht, wird in der KI das »symbolische Paradigma« genannt. Es geht von einem top-down-Ansatz aus. Die Begriffe »oben« und »unten« beziehen sich auf ein Modell der Informationsverarbeitung, in dem unten Rohdaten (z.B. von Sensoren) eingegeben werden und in aufeinander aufbauenden Schichten (vgl. Modulkonzept) immer weiter abstrahiert werden. »Top« steht für eine hohe Abstraktionsebene, das Denken in Kategorien, und »down« für eine niedrige, z.B. das Aktivitätsmuster, das von der Retina ans Gehirn geliefert wird. Die symbolische KI geht davon aus, dass Intelligenzleistungen erst auf der begrifflichen Ebene zustande kommen, also »Denken« die (formale) Manipulation abstrakter Symbole ist, was letztlich auf das Leistungsvermögen einer Turingmaschine reduzierbar ist. Beim symbolischen Paradigma handelt es sich um eine These. Schließt man sich diesem Paradigma an, entledigt man sich erstens der Beantwortung der Frage, wieso Denken ausgerechnet ausschließlich in Begriffen ablaufen sollte und zweitens der Erklärung dafür, wie aus den Sinnesreizen abstrakte Begriffe werden. Diese Auffassungsweise von Denkprozessen im Gehirn wird auch als Kognitivismus bezeichnet.

Die Gleichsetzung von menschlichem Geist und Computer wird als Funktionalismus bezeichnet<sup>5</sup>. Das, was das Gehirn in einem Zeitpunkt denkt und empfindet, ist danach das Ergebnis einer Reihe von Berechnungsschritten, die algorithmisch abgearbeitet werden wie eine Turingmaschine ihr Programm abarbeitet. Prominentester Vertreter dieser Denkart war Hilary Putnam, Jahrgang 1926, der den sog. Turingmaschinen-Funktionalismus vertrat<sup>6</sup>.

<sup>5</sup>Gemeint ist »Funktionalismus« im Kontext der Philosophie des Geistes und darf nicht verwechselt werden mit dem Begriff des Funktionalismus im Bereich der Biologie (vgl. [McLaughlin 2005] und [Mayr 1997]).

<sup>6</sup>Inzwischen ist auch Putnam vom harten Funktionalismus abgerückt, weil er nicht erklären konnte, wie auf diese Weise intentionale Zustände erklärt werden können.

### 3.3.4 Unterscheidung von Kompetenz und Performanz

Chomsky orientiert sich in seinen Untersuchungen an Sprachen, nicht an Gesprochenem. Er lehnt sich in seiner Unterscheidung mit den Begriffen »Performanz« und »Kompetenz« an das dichotome Begriffspaar »langue« und »parole« von Ferdinand de Saussure (1857-1913) an. Saussure legt den Gegenstand der Sprachwissenschaft mit dem Paar dieser Begriffe fest. Die menschliche Sprache »langage« besteht aus langue und parole. Langue steht für die Gesamtheit aller sprachlichen Mittel. Sie existiert als System von Regeln nur in der Masse der Menschen. Ein einzelnes Individuum kann sie weder erzeugen noch verändern. Voraussetzungen dafür, dass man von langue sprechen kann ist erstens, dass die Sprachgemeinschaft homogen ist, also alle Mitglieder eindeutig die gleichen sprachlichen Entscheidungen treffen, und zweitens, dass das Sprachsystem statisch ist, also keiner permanenten Veränderung unterliegt. Saussure vergleicht langue mit einem Wörterbuch, das alle Mitglieder der Masse im Kopf haben. Sprache hat also keine Substanz, sondern lediglich eine Form. Parole dagegen ist die Summe aller verschiedenen *Sprechakte*, also aller Äußerungen, die von Mitgliedern der Sprachgemeinschaft gemacht werden.

Der deutsche Psychologe und Sprachtheoretiker Karl Bühler (1879-1963) nimmt in seiner »Axiomatik der Sprachwissenschaften« (1933) Bezug auf diese Dichotomie. Er ordnet Saussures Begriffspaar langue und parole die deutschen Begriffe Sprachgebilde und Sprechakt zu [Bühler 1933, S. 49]. Ganz zurecht räume Saussure der »linguistique de la langue« die logische Priorität vor der Untersuchung der parole ein. Die Begründung versucht Bühler mit einem Vergleich der Verhältnisse von langue und parole mit Mathematik und Physik zu erklären: »Die reine Mathematik ist logisch der Physik vorgeordnet, weil diese an Axiomen alles braucht, was jene schon enthält, und noch einiges dazu. Und im Prinzip genau so steht es mit dem Verhältnis der linguistischen Gebildelehre zur Theorie der Sprechhandlung.« [Bühler 1933, S. 51]. Eine Theorie der Sprechakte gründet demnach auf den Axiomen und Erkenntnissen der Lehre der Sprachgebilde.

Chomsky verwendet das Begriffspaar Kompetenz/Performanz in etwas anderer Weise als Saussure. Kompetenz bezieht er auf die Kenntnis einer Sprache analog zu Saussures langue. Performanz ist die Realisierung der Sprache, das Sprechen, und entspricht Saussures parole. Was alles zur Kompetenz dazugehört, hat Chomsky nicht definiert, vielmehr erhebt er diese Frage zum Hauptanliegen der sprachwissenschaftlichen Analyse. Kern der Kompetenz ist eine Grammatik, ein System generativer Regeln. Hier steht er im Gegensatz zu Saussure, für den langue aus einem Inventar von Elementen besteht. Psychologische Aspekte wie Gedächtnis, Lapsus, Stress, usw. gehören in den Bereich der Performanz, den Chomsky nicht zum Untersuchungsgegenstand hat. Um den fundamentalen Unterschied zu psychologischen Untersuchungen deutlich hervorzuheben: In den Versuchen, die Piaget gemacht hat, ist gerade das Element der Performanz besonders wichtig. In der Frage, wie Kinder Probleme lösen, hat Piaget mit seinen Untersuchungen Neuland betreten, indem er statt nur auf Fragen und Antworten zu setzen, in Abhängigkeit von der Aufgabe des Versuchs den Kindern z.B. Knetmasse oder Modellgegenstände gab, mit denen sie ihre Antwort beschreiben

konnten. Dagegen behandelt Chomsky die Linguistik eher als einen Bereich der Kognitionswissenschaft. Chomsky orientiert sich an »Gebilden« im (Bühlerschen Sinne) und ignoriert den Sprechakt. Er interessiert sich ausschließlich für die Kompetenz.

Johannes Engelkamp weist in [Engelkamp 1974, S. 26f] darauf hin, dass vor Chomsky diese Trennung nicht oder nur unvollständig vollzogen wurde. Damit hat er in der Linguistik eine wichtige Grundlage für die Psycholinguistik gelegt: semantische Fragen – also solche der Bedeutung – sind bereits auf der Ebene der wissenschaftlichen Begriffe, aber auch in den Methoden zur Beantwortung von denen für syntaktische Fragen getrennt. Chomsky unterteilt Grammatik in drei Komponenten: Erstens eine syntaktische, zweitens eine semantische und drittens eine phonologische Komponente. Nur die syntaktische Komponente ist generativ, die anderen sind interpretativ. Dafür hat er 1957 den Satz »Colorless green ideas sleep furiously.« als Beispiel angeführt. In diesem Satz sind allein schon Prädikat und Subjekt des Satzes sinnlos. Ideen können nicht schlafen. Ideen haben auch keine Farbe (»green«), es handelt sich um einen Kategorienfehler<sup>7</sup>. Die Kombination der Attribute »colorless« und »green« ist zusätzlich widersprüchlich. Dennoch wird dieser Satz auf Antrieb von jedem Menschen, der des Englischen mächtig ist, als grammatisch korrekt erkannt. Chomsky meint, dass die Überprüfung eines Satzes auf grammatische Korrektheit vom Menschen unabhängig davon geleistet werden kann, ob die Bedeutung des Satzes sinnvoll ist oder nicht.

In [Chomsky 1965, S. 3] schreibt er: »Linguistic Theory is concerned primarily with an ideal speaker-listener in a completely homogenous speech-community, who knows its language [i.e. the language of the community] perfectly and is unaffected by such grammatically irrelevant conditions as memory limitations, distractions, shifts of attention and interest, and errors (random or characteristic) in applying his knowledge of the language [i.e. the language system] in actual performance.« Alles, was in der sprachlichen Kommunikation nicht unter diesen idealen und theoretischen Bedingungen stattfindet, gehört bereits zu Performanz.

### 3.3.5 Unterbestimmtheit

Kinder lernen ihre Muttersprache vom ersten Lebensjahr an mit erstaunlicher Geschwindigkeit. In dieser kurzen Zeit erlernen sie eine generative Grammatik, die aus *endlich* vielen Regeln besteht, mit der aber prinzipiell *unendlich* viele Sätze gebildet werden können. Diese Regeln müssen sie zudem aus einem kleinen, entarteten Corpus erlernen, nämlich den Sätzen, die sie in dieser Zeit zu hören bekommen. Kinder erhalten vom Umfeld eine quantitativ und qualitativ unzureichende Beispielmengende, die manchmal sogar grammatisch falsche Sätze als positive Beispiele enthält und keine oder nur wenige negative Beispiele. Am Beispiel der Mathematik soll der Gegensatz zwischen Endlichkeit und Unendlichkeit herausgearbeitet werden. Bereits mit der Addition von 1 und dem Konzept der natürlichen Zahlen, also nur zwei Regeln, lässt sich in einer unendlichen Domäne operieren, lassen sich unendlich viele

<sup>7</sup>Unter Kategorienfehler versteht man eine bestimmte Art von Fehlschluss. Ein Kategorienfehler liegt vor, wenn ein Terminus einer bestimmten Kategorie durch einen Terminus ersetzt wird, der nicht zu dieser Kategorie gehört [Brockhaus, »Kategorienfehler«].

Rechenergebnisse erzeugen. Das Wissen darüber entsteht im Umgang mit verhältnismäßig wenigen Beispielen. Kompetenz geht also klar über die gegebenen Informationen hinaus. Wie kann diese Art des Lernens funktionieren? Diese Frage ist auch deshalb besonders interessant, weil es für eine gegebene endliche Menge von Informationen immer unendlich viele logisch mögliche Wege gibt, daraus Schlüsse zu ziehen.

Dazu ein Beispiel: Angenommen, es sind abstrakte Informationen gegeben, z.B. Sensordaten für zwei kontinuierliche Dimensionen  $x$  und  $y$  und diese Daten liefern als Plot die in Abbildung 3.1 dargestellten Punkte.

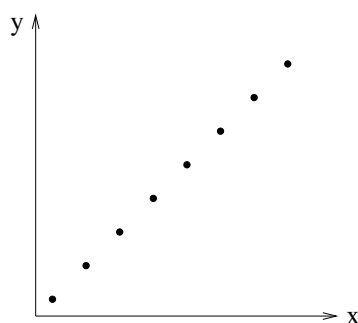


Abbildung 3.1: Plot von abstrakt gegebenen Daten

Die Aufgabe lautet, eine Kurve durch diese Datenpunkte zu legen, oder mit anderen Worten, eine Formel für das Verhältnis von  $x$  und  $y$  zu finden. Intuitiv ist die Hypothese für dieses Verhältnis, eine Gerade mit  $45^\circ$  durch die vorhandenen Punkte zu legen, was einem Verhältnis von  $x = y$  entspricht; aller Wahrscheinlichkeit nach ist diese Hypothese auch die richtige. Diese intuitive, natürliche Antwort auf die Aufgabe ist sehr interessant, denn es ist nichts an den gegebenen Daten, das die Formel  $x = y$  bzgl. aller unendlich vielen anderen Kurven bevorzugt, die durch diese Punkte verlaufen. Dass es unendlich viele Kurven gibt, die sich durch die gegebenen Punkte legen lassen, lässt sich leicht zeigen. Der Raum, der durch das verwendete Cartesische Koordinatensystem aufgespannt wird, ist unendlich unterteilbar. Aus diesem Grund kann eine unendliche Zahl gewellter Kurven durch die gegebenen Punkte gelegt werden.

Dieses einfache Beispiel der Hypothesenbildung für die Mathematik gilt in Bezug auf Endlichkeit der Beispiele und Unendlichkeit der Zahl der Hypothesen für das Erlernen einer Grammatik analog. Allgemein spricht man seit Descartes dafür von »Unterdeterminiertheit« oder »Unterbestimmtheit«. Es ist gleichzeitig auch Chomskys Argument gegen den Behaviorismus: Wenn wir potentiell unendlich viele Sätze generieren und verstehen können, so kann dieses Verständnis nicht aufgrund erlernten Verhaltens zustande kommen im Sinnes der Skinnerschen operanten Konditionierung. Um auf unendlich viele Eingaben geeignet antworten zu können, müssten unendlich viele Verhaltensregeln gelernt werden, was unendlich lange dauern würde. Chomskys LAD ist seine Antwort auf das Unterbestimmtheitsargument: We-



sentliche Eigenschaften aller Sprachen sind bereits im Gehirn veranlagt. Durch die gehörten Beispiele werden nur noch einige wenige Parameter (z.B. der Head-Parameter) bestimmt.

### 3.4 Generative Transformationsgrammatik

#### 3.4.1 Linguistik vor Chomsky

Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts hatten Grammatiker Satzelemente funktionell unterschieden, etwa in solche, die Attribute bezeichnen, andere, die Aktivitäten beschreiben etc. Mit dieser Unterteilung war man aber ziemlich unzufrieden, weil sie zu unscharf war. Es gab zahlreiche konkurrierende Theorien der Grammatik, die alle in der einen oder anderen Hinsicht unzureichend waren und sich gegenseitig widersprachen. Eine im Kuhnschen Sinne »normale« Theorie [Kuhn 1962] der Grammatik konnte sich nicht durchsetzen [Gardner 1973, S. 15f]. Statt mit Sätzen beschäftigte man sich primär mit einzelnen Wörtern, u.a. in der sog. »Assoziationsmethode«. Der Begriff stammt aus der griechischen Philosophie und ist seit dem 18. Jahrhundert mit den Namen David Hume, John Locke und John Stuart Mill verbunden. Experimentelle Verwendung findet er zum ersten Mal bei Francis Galton (1822-1911), der seinen Versuchspersonen sukzessive einzelne Wörter anbot und sie nach ihren Assoziationen zu diesen Wörtern fragte. Er erfasste, welche Wörter den Versuchspersonen einfielen und wie viel Zeit sie dafür benötigten. Man ging davon aus, dass durch das Hören von Wörtern bestimmte Ideen im Hörer ausgelöst werden, die wieder andere Ideen nach sich ziehen [Engelkamp 1974, S. 18].

Mit der Assoziationstheorie ist die Konditionierungstheorie verknüpft, die in enger Verbindung mit dem Behaviorismus steht, dessen Wurzeln in Abschnitt 2.3.6 erläutert wurden. Beide Theorien haben lange Zeit den Mittelpunkt sprachpsychologischer Forschung gebildet [Engelkamp 1974]. Die Assoziationstheorie war *das* Modell, wie Ideen im Gehirn repräsentiert werden und die Konditionierungstheorie der allgemein akzeptierte Lernmechanismus, nach denen sich Menschen diese Verknüpfungen aneignen. Um über einzelne Wörter hinauszukommen, erweiterte man die Assoziationstheorie um das Wahrscheinlichkeitslernen. Angenommen wurde, dass Kinder beim Spracherwerb die Wahrscheinlichkeit erlernen, mit der Wörter auf ein bestimmtes Wort folgen. Bedingendes Ereignis muss nicht unbedingt ein einzelnes Wort sein, es können auch Wortsequenzen sein. Sprecher und Hörer verhalten sich demnach gemäß einer Menge bedingter Wahrscheinlichkeiten, die für jedes Wort bzw. jede Wortfolge die Wahrscheinlichkeiten für die unmittelbar folgenden Wörter angibt. Der gewichtigste Einwand gegen diese Theorie ist, dass ein Sprecher keine Sätze produzieren kann, die er nicht vorher schon einmal gehört hat. Denn für Wortfolgen, die er noch nie gehört hat, kann er keine Wahrscheinlichkeiten kennen. Engelkamp zitiert in [Engelkamp 1974, S. 21f] ein Beispiel von Miller, Galanter und Pribram [Miller, Galanter & Pribram 1960, S. 46ff], in dem sie anhand einer Beispielrechnung die Theorie ad absurdum führen, dass es auf diese Weise unmöglich ist, überhaupt eine Sprache zu lernen:

»Angenommen, wir wollten lernen, alle grammatischen Sätze bis zu einer Gesamtlänge von zwanzig Wörtern zu produzieren, dann lässt sich folgende Überlegung anstellen. Es lässt sich errechnen, dass es etwa  $2^{100}$  verschiedene Sätze von zwanzig Wörtern Länge im Englischen gibt. Diese müssten gelernt werden, wollten wir sie sprechen können. Um sie lernen zu können, müssten wir sie mindestens einmal hören, denn die Wahrscheinlichkeit ist erst dann für ein bestimmtes Ereignis größer Null, wenn es einmal gehört wurde. Das heißt, ein Kind muss alle  $2^{100}$  Sätze hören, bevor es sie sprechen kann.  $2^{100}$  entspricht etwa der Zahl  $10^{30}$ . Um zu zeigen, wie absurd dies ist, führen die Autoren an, dass ein Jahrhundert nur etwa  $3,15 \times 10^9$  Sekunden enthält. Das heißt, das Kind müssten  $3 \times 10^{20}$  Sätze pro Sekunde während der Dauer von 100 Jahren ununterbrochen hören, [...] um jeden Satz nur ein einziges Mal gehört zu haben. Man vergleiche diese Rechnung mit der Wirklichkeit. Das Kind lernt nicht hundert, sondern nur wenige Jahre, um die Sprache weitgehend zu beherrschen.«

Das war der wissenschaftliche Zustand der Linguistik, in dem Chomsky seine Arbeiten veröffentlichte. Johannes Engelkamp weist in [Engelkamp 1974] darauf hin, dass Chomsky mit seiner Theorie die Grundlage der Psycholinguistik legte. Die Psychologie – bis dahin auf das Assoziationsmodell festgelegt – erkannte die Bedeutung der Linguistik für ihre Untersuchungen. Mit der generativen Grammatik war den Psychologen ein Theoriegebäude in die Hand gegeben, mit dem sie nicht nur das Sprachverstehen untersuchten, sondern auch Theorien über das Gedächtnis aufstellten. Trotz der großen Bedeutung für die Psychologie muss darauf hingewiesen werden, dass die Theorie der generativen Grammatik eine linguistische Theorie ist und kein psychologische. Die Regeln, die Chomsky angibt, sind Regeln, nach denen Grammatik formalisiert werden kann. Das Attribut »generativ« wurde häufig so missverstanden, dass die Regeln beschrieben würden, die Sprache im menschlichen Gehirn erzeugen. Engelkamp führt dazu in [Engelkamp 1974, S. 74] aus: »Auf die Frage, was psychologisch betrachtet Regeln sind, gibt die Syntaxtheorie u.E. kaum eine Antwort. Mit dem Regelbegriff Chomskys haben die Psychologen kaum mehr als einen Begriff in den Händen.«

### 3.4.2 Grundlegende Aspekte einer Universalgrammatik

Bevor Chomskys Generative Transformationsgrammatik erklärt wird, sollen zunächst einige wesentliche Eigenschaften dieses Modells erläutert werden. Chomsky stellte dem Assoziationsmodell ein auf Regeln basierendes Modell zu Konstruktion von Sätzen gegenüber. Mit der Assoziationstheorie waren bisher maximal Wortfolgen, nicht aber ganze Sätze erklärt worden [Engelkamp 1974, S. 19]. Chomsky fasst die wesentlichen Aspekte einer Universalgrammatik in [Chomsky 1975, S. 29] wie folgt zusammen: »the system of principles, conditions and rules that are elements or properties of all human languages ... the essence of human language«. Unabhängig davon, welche Sprache Menschen sprechen, haben sie also ein gemeinsames Wissen, gemeinsame Prinzipien, die unabhängig von einer bestimmten Sprache stets gleich

sind. Die Theorie einer Universalgrammatik ist eine Theorie von (abstraktem) Wissen, keine Verhaltenstheorie. Auf diesen Unterschied sei im Rahmen dieser Arbeit ausdrücklich hingewiesen, weil er für die Diskussion zwischen Piaget und Chomsky wichtig ist: Piaget hat sein experimentelles Augenmerk mehr auf das Verhalten der Kinder in seinen Versuchen gelegt und versucht, daraus auf die geistige Entwicklung zu schließen. Chomsky hat die Struktur von Sätzen untersucht und nicht so sehr die Art, wie sie geäußert werden. Allerdings erhält er auch von physiologischer Seite Unterstützung. Eric Heinz Lenneberg, Linguist, Pionier auf den Gebieten der Aneignung von Sprache und Kognitionswissenschaft sowie starker Vertreter des Nativismus hat in [Lenneberg 1967] eine große Zahl von Indizien zusammengetragen, die er zusammenfassend als Beweis für das Angeborenssein psychologischer Charakteristika interpretiert. Eines dieser Indizien ist z.B. das universelle Auftreten bestimmter psychologischer Charakteristika zur gleichen Zeit gleichmäßig bei allen Mitgliedern einer Spezies. Für Menschen sieht er ein Charakteristikum in der Sprache. Die Universalgrammatik fragt demnach nach der internen Struktur des menschlichen Verstandes. Untrennbar davon ist die Frage danach, wie dieser Struktur zustande gekommen ist. Das universale an der Universalgrammatik ist die Annahme, dass alle Menschen – Sprecher wie Hörer – das Wissen in Form einer Menge von Regeln besitzen, die auf alle Sprachen zutreffen sowie Parameter, die innerhalb klarer Grenzen von Sprache zu Sprache variieren. Sich eine bestimmte neue Sprache anzueignen heißt demnach zu lernen, wie die allgemeinen Prinzipien auf diese neue Sprache angewendet werden und welchen Werte die freien Parameter in dieser Sprache besitzen.

Auf eine Besonderheit der »formalen Regel«, die zur Universalgrammatik gehören, soll an dieser Stelle schon einmal hingewiesen werden: Wenn man von (formalen) Regeln spricht, dann meint man damit üblicherweise Regeln, die explizit zugänglich sind. Für die Regeln und Parameter, die eine Grammatik nach Chomskys Theorie ausmachen, gilt das nicht. Kinder können zwar nach wenigen Lebensjahren grammatisch korrekte Sätze bilden. Dennoch können die Kinder nicht die abstrakten Regeln nennen, nach denen sie die Sätze bilden. Die abstrakten Regeln der Muttersprache – ebenso wie für Fremdsprachen müssen jahrelang in der Schule gelehrt werden. Wenn Chomsky mit seiner Theorie recht hat, dann sind die gelernten Regeln zwar allgemeiner abstrakter Art, aber dem bewussten Denken nicht zugänglich.

### 3.4.3 Allgemeine Prinzipien

Jedes für Sprache angenommene Prinzip hat in der Psycholinguistik mit seiner Annahme unmittelbar Auswirkungen auf die Theorie der inneren Struktur des menschlichen Verstandes und der Art, wie Sprache gelernt wird. Jede Annahme eines grundlegenden Prinzip ist damit sehr weitreichend. Der Sparsamkeitsgrundsatz<sup>8</sup> zwingt dazu, so wenige grundlegende Prinzipien wie möglich anzunehmen, und die angenommenen so allgemein wie möglich zu formulieren. Chomsky leitet die angenommenen Prinzipien jeweils aus ganz bestimmten

<sup>8</sup>Der Sparsamkeitsgrundsatz ergibt sich aus »Ockhams Rasiermesser«. Es besagt, dass von mehreren Theorien, die den gleichen Sachverhalt erklären, die einfachste die beste ist.

Evidenzen ab, die ihre Annahme seiner Meinung nach zwingend notwendig machen. Im folgenden sollen einige dieser Prinzipien kurz dargestellt werden.

Chomskys erste Version seiner generativen Grammatik stammt aus dem Jahr 1957 mit der Veröffentlichung des Buches »Syntactic Structures« [Chomsky 1957]. Mit der Veröffentlichung von »Aspects of the Theory of Syntax« [Chomsky 1965] überholte und erweiterte er dieses Modell durch eine Unterscheidung zwischen Oberflächen- und Tiefenstruktur. In den 1970er und 1980er Jahren verfeinerte er diese Modell weiter zum Government-/Binding-Modell, wie in »Lectures on Government and Binding« beschrieben [Chomsky 1981a]. Die Darstellung orientiert sich an der Einführung von [Cook 1988] und [Gardner 1973] und stellt die sog. »Standardtheorie« von [Chomsky 1965] dar. Chomskys umfangreiches Theoriegebäude kann in dieser Arbeit nur skizzenhaft dargestellt werden, weil diese Arbeit sich primär mit dem Gegensatzpaar Konstruktivismus/Nativismus beschäftigt und keine umfassende Einleitung in die Linguistik leisten kann. Themen wie I- und E-Zugänge zu Sprache, X-Bar-Theorie etc. seien aus diesem Grund als Stichworte angerissen und der interessierte Leser an die genannte Fachliteratur über Linguistik verwiesen.

#### 3.4.4 Phrasenstruktur-Regeln

Chomsky unterscheidet für die syntaktische Komponente zwei Bestandteile: Erstens die »Tiefenstruktur« (»deep structure«) als Grundlage für die semantische Interpretation und zweitens die Oberflächenstruktur (»surface structure«) als Grundlage der phonologischen Interpretation. Die syntaktische Komponente besteht aus einem Basisteil mit Ersetzungsregeln und einem Lexikon.

Wie der Name Tiefenstruktur schon andeutet, geht Chomsky von einer hierarchischen Struktur der Repräsentation von semantischen Inhalten aus. In der deutschen Sprache (gleiches gilt für Englisch, Französisch und Urdu [Cook 1988, S. 5]) gibt es allgemeine Regeln, die abhängig von der Satzstruktur sind. Chomsky formuliert es in [Chomsky 1972, S. 30] als universelle Regel: »All known formal operations in the grammar of English, or of any other language, are structure-dependent.« Dies ist eine wichtige Feststellung für Chomskys Werk, denn damit hält er fest, dass Strukturabhängigkeit nicht eine Eigenschaft bestimmter Sprachen ist, sondern von Sprache schlechthin. Im folgenden Beispiel soll die Tiefenstruktur anhand eines einfachen Satzes erläutert werden. In dem Satz

$S =$  Der Mann mag eine Frau.

lassen sich durch Konstituentenanalyse die syntaktischen Bestandteile isolieren. Die Art der Analyse des Satzes mit der Aufteilung in unterschiedliche Satzbestandteile wird auch Konstituentenanalyse genannt. Als vollständig geklammerter Ausdruck werden die Konstituenten in folgender Form dargestellt:

$(((\text{Der})_D(\text{Mann})_N)_{NP}((\text{mag})_V((\text{eine})_D(\text{Frau})_N)_{NP})_{VP})_S$

Chomsky teilt den Satz in einzelne Komplexe<sup>9</sup>. Komplexe bestehen aus in besonderer Weise zusammen gehörenden Wortklassen. Wortklassen sind z.B. Artikel, Nomen, Verben usw. Z.B. bilden Adjektive und Nomen gemeinsam Nominalkomplexe. Die Komplexe konstituieren den Satz. Die Indizes an den Klammern haben folgende Bedeutungen: VP steht für ›Verb Phrase‹, zu deutsch ›Verb-Komplex‹, der immer mindestens ein Verb (V) enthält, also einen Satzteil mit Prädikatskomponente. NP steht für ›Noun Phrase‹, eine Satzkomponente mit einem Substantiv (N), ggf. dazu gehörenden Attributen und Artikeln etc. D steht für ›definer‹, zu deutsch Artikel. Obige Klammerung lässt sich auch als Baum wie in Abbildung 3.2 darstellen, um die Hierarchie in der Struktur hervorzuheben.

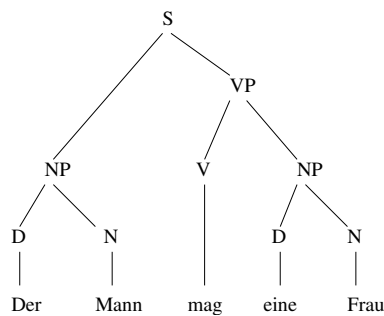


Abbildung 3.2: Syntaxbaum eines einfachen Satzes

Chomsky hebt gänzlich von einer bestimmten natürlichen Sprache ab und hat eine hoch formalisierte Form der Darstellung von Grammatiken. Jede kontextfreie<sup>10</sup> Grammatik besteht danach aus den folgenden fünf Komponenten:

1. Eine endliche Menge von Terminalsymbolen  $M_t = \{\text{Der, eine, Mann, Frau, mag}\}$ .
2. Eine endliche Menge von metalinguistischen Hilfssymbolen  $M_h = \{S, NP, VP, D, N, S\}$ .
3. Ein ausgezeichnetes Startsymbol  $S$  mit  $S \in M_h$ .
4. Eine einzige binäre Operation der Aneinanderreihung (hier bezeichnet durch das Symbol »+«).
5. Eine endliche Menge von kontextfreien sequentiellen Produktionsregeln  $P$ .

Mit der in Tabelle 3.1 angegebenen Liste von generativen Produktionsregeln ist man in der Lage, den obigen Satz zu bilden. Diese Art der Formalisierung für Grammatiken hat sich im

<sup>9</sup>In der deutschsprachigen Literatur finden sich sowohl »Komplex« als auch »Phrase« als Übersetzung für das englische Wort »phrase«. In dieser Arbeit wurde durchgehend »Komplex« als Übersetzung verwendet.

<sup>10</sup>Eine kontextfreie (kontextunabhängige) Grammatik analysiert sprachliche Elemente unabhängig vom sprachlichen Kontext [Brockhaus].

Tabelle 3.1: Liste von Produktionsregeln

$$S \rightarrow NP + VP$$
$$NP \rightarrow D + N$$
$$VP \rightarrow V + NP$$
$$D \rightarrow \textit{der, eine}$$
$$N \rightarrow \textit{Mann, Frau}$$
$$V \rightarrow \textit{mag}$$

20. Jahrhundert allgemein durchgesetzt. Im Studium der Informatik, einer Wissenschaft, die sich u.a. mit künstlichen Sprachen, den Programmiersprachen, befasst, werden Grammatiken vom ersten Semester an in dieser Form gelehrt. Vergleiche dazu [Wegener 1999, S. 126ff], [Goos 1995, S. 33ff], [Sedgewick 1991, S. 358ff].

### Unendlich viele Sätze

Mit endlich vielen Produktionsregeln lassen sich nur dann unendlich viele Sätze bilden, wenn mindestens eine der Regeln *rekursiv* ist. Rekursion beschreibt einen Vorgang, in dem etwas (als Kopie) in sich selbst enthalten ist. Eine im Deutschen gültige rekursive Produktionsregel hat z.B. die folgende Form:  $S \rightarrow NP + S + VP$ . Damit können Sätze der Form  $NP + NP + VP + VP$ ,  $NP + NP + NP + VP + VP + VP$  usw. gebildet werden. Z. B. erzeugt sie den folgenden Satz: »Die Frau, die den Polizisten gekannt hat, ist gestorben.« Da der Häufigkeit der Wiederholung der Ineinanderschachtelung keine Grenze gesetzt ist, können auf diese Weise potentiell unendlich viele Sätze gebildet werden [Engelkamp 1974, S. 36f]. Engelkamp weist aber an gleicher Stelle darauf hin, dass Menschen in der Praxis nicht beliebig tief ineinander verschachtelte Sätze produzieren bzw. verstehen können. Ein Satz wie

»Die Frau, die den Polizisten, der den Händler, der die Nachbarin, die den Eigentümer, der die Katze, die den Hund gebissen hat, getötet hat, nicht leiden mochte, geliebt hat, verhaftet hat, gekannt hat, ist gestorben.«

ist zwar grammatisch korrekt, aber in der Praxis nicht zu verstehen, ohne dass man sich Notizen macht, die dabei helfen zu verstehen, welches Verb zu welchem Nomen gehört. Die praktische Begrenzung der Rekursion wird durch unser Kurzzeitgedächtnis bestimmt, das die Inhalte des aktuellen Satzes speichern muss. Ist der Satz zu reichhaltig an ineinander verschachtelten Teilsätzen, so reicht die Kapazität des Kurzzeitgedächtnis' nicht aus. Die theoretische Zahl erzeug- und verstehbarer Sätze ist aus diesem Grund also nicht unendlich. Das ist in der Praxis aber deshalb kein Problem, weil die Anzahl praktisch generierbarer Sätze unendlich ist. Nach der Regel  $S \rightarrow NPVP$  lassen sich z.B. Sätze wie »A betrachtet B« bilden. Für B lassen sich alle Dinge, Pflanzen, Tiere und Menschen einsetzen, die es gibt. Für A gibt es ebenfalls eine große Anzahl einsetzbarer Nomen. Schließlich kann auch noch

das Verb durch ein anderes ausgetauscht werden. Die Anzahl einfacher Hauptsätze ist zwar endlich aber bereits unüberschaubar groß.

### Zusammenhang zwischen Phrasenstruktur und Semantik

Ein Satz kann im Deutschen mehrere (hier zwei) unterschiedliche Bedeutungen haben. Ein häufig zitiertes Beispiel dafür ist der folgende Satz: »Der Mann sah die Frau mit dem Fernrohr.« Die Unterscheidung der für beide Bedeutungen identischen Oberflächenstruktur findet sich in der Tiefenstruktur wieder (vgl. Abb. 3.3). Die linke Tiefenstruktur hat zur Bedeutung, dass die Frau das Fernrohr z.B. in der Hand hat, in der rechten Tiefenstruktur hat der Mann es und sieht hindurch<sup>11</sup>.

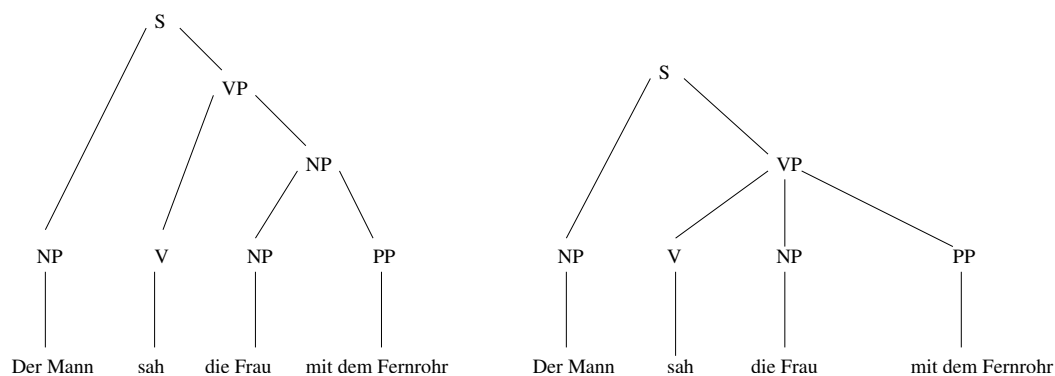


Abbildung 3.3: Zwei unterschiedliche Tiefenstrukturen derselben Oberflächenstruktur.

### 3.4.5 Transformationsregeln

Ein grundlegendes Prinzip von Sprache ist die Tatsache, dass Wissen über Sprache eher auf strukturellen Abhängigkeiten basiert als auf der bloßen Reihenfolge von Wörtern. Um den Sinn eines Satzes in bestimmter Weise zu verändern werden komplexe Transformationsregeln verwendet. Nehmen wir den folgenden einfachen Aussagesatz als Beispiel:

Der Brief wird morgen ankommen.

Ein typischer Weg, um eine Frage zu beschreiben ist, sie als eine Invertierung zwischen dem Subjekt des Satzes und dem Hilfsverb des Aussagesatzes zu verstehen. Das Wort »wird« wird an den Anfang des Satzes verschoben:

Wird der Brief morgen ankommen?

<sup>11</sup>Diese Ambiguität ist nicht etwa ein Einzelfall. In der Literatur gibt es zahlreiche Beispiele: »Jo sieht Bea im Bett.«, »Muellers sahen Kraniche auf ihrem Flug nach Süden.« etc.

Was wurde dabei wirklich verschoben? Eine Möglichkeit wäre, dass Fragen auf dem Weg aus Aussagesätzen entstehen, indem ein Wort von einer bestimmten Stelle im Aussagesatz an den Anfang verschoben wird. In diesem Fall wäre es das dritte Wort des Aussagesatzes:

der Brief wird morgen ankommen

Schnell zeigt sich jedoch, dass dies nicht die allgemeine Regel sein kann, denn angewendet auf den folgenden Aussagesatz versagt sie:

Der ausführliche Brief wird morgen ankommen.

Es würde die folgende grammatisch falsche Frage (von nun an jeweils durch ein Sternchen markiert) entstehen:

\*Brief der ausführliche wird morgen ankommen.

Wie dieses einfache Beispiel zeigt, ist die zugrunde liegende Regel offenbar nicht, dass aus einem Aussagesatz eine Frage entsteht, indem ein Wort von einer bestimmten Position im Satz an den Anfang verschoben wird. Es muss das Hilfsverb sein, das an den Anfang des Satzes verschoben wird. Die Struktur eines Fragesatzes basiert also nicht auf der linearen An- bzw. Umordnung der Wörter sondern auf einer Verschiebung eines Satzteils einer bestimmten syntaktischen Funktion, nämlich des Hilfsverbs. Um diese Regel anwenden zu können, muss der Sprecher bzw. Hörer in der Lage sein zu erkennen, zu welcher syntaktischen Kategorie ein Wort gehört. Diese Betrachtungsweise kann auf Relativsätze ausgedehnt werden. Der folgende Satz enthält zwei Hilfsverben:

Der Mann, der groß ist, ist John.

Die vorher gefundene Regel sagte aus, dass aus dem Aussagesatz eine Frage wird, indem das Hilfsverb an den Anfang des Satzes verschoben wird. Für diesen Satz stellt sich nun die Frage, welches der beiden Hilfsverben verschoben werden soll. Verschiebt man das erste, erhält man den Satz

\*Ist der Mann, der groß, ist John?

Verschiebt man das zweite Hilfsverb, so erhält man den korrekten Fragesatz:

Ist der Mann, der groß ist, John?

Daraus den Schluss zu ziehen, dass – sofern vorhanden – stets das zweite Hilfsverb zu verschieben ist, wäre voreilig, wie das folgende Beispiel zeigt, in dem der Relativsatz erst später im Satz auftaucht:

John ist der Mann, der groß ist.



Hier liefert die Verschiebung des ersten »ist« an den Anfang des Satzes den grammatisch korrekten Fragesatz, während die Verschiebung des zweiten zu einem falschen Satz führt. Offenbar genügt es also nicht, das erste, zweite oder n-te Hilfsverb zu verschieben. Stattdessen kommt es im Deutschen (wie im Englischen) darauf an, das Hilfsverb des Hauptsatzes an den Anfang zu stellen und nicht das des Relativsatzes, unabhängig davon, wie Hauptsatz und Nebensatz im Aussagesatz angeordnet sind. Bedeutsam ist also die Stellung des Hilfsverbs innerhalb der syntaktischen Satzstruktur. Um grammatisch korrekte Fragen formulieren zu können bedarf es also nicht nur des Wissens darüber, zu welcher syntaktischen Kategorie ein Wort gehört sondern darüber hinaus, ob es zum Haupt- oder zum Nebensatz gehört.

Warum sollten alle Sprachen diese allgemeine Eigenschaft haben? Chomskys Argumentation dafür ist nicht zwingend sondern pragmatisch: Die Art wie wir Menschen uns miteinander durch (strukturabhängige) Sprache verständigen ist für uns absolut selbstverständlich. Auf der anderen Seite gibt es aus Sicht der Logik keine Notwendigkeit dafür. Computer haben keine besonderen Probleme damit, in formalen Sprachen aus Aussagesätzen Fragen zu generieren, indem sie die Wortfolge des Aussagesatzes einfach nur umkehren. Aus dem Satz:

John ist groß.

würde so

Groß ist John?

Allerdings funktioniert keine natürliche Sprache auf diese Weise. Nie ist es bloß die Reihenfolge der Wörter im Satz, die geändert wird, sondern stets werden Veränderungen an der syntaktischen Struktur des Satzes vorgenommen. Chomsky hat für die Linguistik denn auch stets generalistische Ziele verfolgt [Chomsky 1965, S. 35]: »Real progress in linguistics consists in the discovery that certain features of given languages can be reduced to universal properties of language, and explained in terms of these deeper aspects of linguistic form.« Durch die Untersuchung an bestimmten Sprachen sollen also allgemeine Eigenschaften von Sprache herausgefunden werden. Die Frage ist, wie Menschen, die beim Erlernen ihrer Muttersprache nicht ihre grammatischen Regeln als Lernstoff erhalten, sondern sich aus dem Hören und selbst sprechen die Sprache aneignen, unmittelbar entscheiden können, ob ein Satz grammatisch korrekt oder falsch ist. Die Theorie einer Universalgrammatik geht davon aus, dass so komplexe Prinzipien wie die Strukturabhängigkeit von Sprache selbst unmöglich durch Zuhören und selbst mit Sprache experimentieren erlernt werden können. Wenn sie jedoch nicht erlernt werden können, müssen sie als Teil des menschlichen Verstandes angeboren sein.

### 3.4.6 Der Head-Parameter

Wie im vorigen Kapitel erläutert wurde, geht Chomsky davon aus, dass alle Sprachen strukturabhängig sind. Wenn das Wissen hinter den Sprachen nur aus solchen allgemeinen Prinzipien bestehen würde, müssten alle Sprachen identisch sein. Erwähnt wurden bereits sog. »Parameter«, die von Sprache zu Sprache variieren. Einer dieser Parameter ist der »Head-Parameter«.

Er bestimmt die Reihenfolge der Elemente einer Sprache in einem Satz. Chomsky nimmt an, dass sich Sätze in syntaktische Komplexe, also in bestimmte Gruppen von Wörtern zerlegen lassen, die die Struktur eines Satzes bilden. Der folgende Satz soll die Aufteilung illustrieren:

Der Zug aus London hielt an Bahnsteig fünf.

Er enthält einen VP, nämlich »hielt an Bahnsteig fünf«, einen Prepositional Phrase (PP)<sup>12</sup> »an Bahnsteig fünf« und die zwei NPs »der Zug aus London« sowie »Bahnsteig fünf«.

Die sog. X-Bar-Syntax, Teil der Government-Binding-Theorie<sup>13</sup>, zielt darauf, eine allgemeine Beschreibung der Struktur zwischen den Teilsätzen zu finden, statt für jede Sprache eine neue Syntax zu entwickeln. Ein wichtiger Parameter, in dem Sprachen variieren, ist die Reihenfolge der Elemente in einem Komplex. Der Kopf<sup>14</sup> eines Komplexes kann ganz links oder ganz rechts der anderen Wörter dieses Komplexes auftauchen. Im NP

der Mann mit der Krawatte

steht das Kopf-Nomen »Mann« links von »mit der Krawatte«. Im VP

mochte ihn sehr gerne

steht das Kopf-Verb »mochte« links von »ihn sehr gerne«. Im Japanischen ist es [Cook 1988, S. 7] zufolge umgekehrt:

W wa kabe ni kakatte imasu.

Der Satz lässt sich etwa mit »Bild Wand hängt an.« übersetzen. Das Verb »kakatte imasu« befindet sich rechts vom Verb Phrase und »ni« (deutsch: »an«) ist keine *Präposition* sondern eine *Postposition*, die rechts des (nach dem) Prepositional Phrase steht statt links (vor) ihm. Für den Head-Parameter gibt es also nur zwei Möglichkeiten: Kopf-links oder Kopf-rechts. Chomsky geht davon aus, dass es für jede Sprache entweder Kopf-links oder Kopf-rechts gilt, und zwar jeweils für alle Sätze einer Sprache. Für das Englische hat der Head-Parameter den Wert Kopf-links, für Japanisch Kopf-rechts [Cook 1988, S. 8].

### 3.4.7 Das Projection-Principle

Zusätzlich zu den syntaktischen Prinzipien, die bisher dargestellt wurden, gehört zu Chomskys Universalgrammatik auch eine Theorie des »Lexikons«. Zu jedem Wort einer Sprache weiß der Sprecher nicht nur seine Bedeutung und wie es ausgesprochen wird; er weiß auch, wie es sich syntaktisch »verhält«, d.h. in welchen Satzkonstruktionen es verwendet werden kann. Auf einige Verben folgt immer ein Noun Phrase:

---

<sup>12</sup> deutsch: Präpositional-Komplex

<sup>13</sup>Die Government and Binding Theory (dt.: Rektions- und Bindungstheorie) beschreibt eine Version von Noam Chomskys Syntax-Modell der generativen Transformationsgrammatik. Der Terminus stammt nicht von Chomsky selbst, sondern geht auf seine 1981 veröffentlichten Lectures on Government and Binding [Chomsky 1981a] zurück. Er bezeichnet den Entwicklungsstand der Theorie in den frühen 1980er Jahren.

<sup>14</sup>Übersetzung für »head«

Helen mag schottischen Whisky.

Auf andere nicht:

Peter lachte.

Chomsky geht davon aus, dass zu jedem Wort im Lexikon eine entsprechende Information gespeichert ist. Für alle Verben muss gespeichert sein, ob auf sie ein Noun Phrase folgt oder nicht, also ob sie transitiv oder intransitiv sind<sup>15</sup>. Die Schreibweise dieser Information ist in besonderer Weise formalisiert: Beschrieben wird der Kontext des Verbs mit eckigen Klammern und ein Unterstrich an der Position des Verbs. Der Eintrag für »mögen« wird also wie folgt formalisiert:

mögen [ \_ NP ]

Einige Verben können auch sich gegenseitig ausschließende Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Sätzen haben. Das Verb »glauben« kann zusammen mit einem Objekt im Noun Phrase verwendet werden: »Ich glaube Dir.« oder mit einem »dass«, wie in: »Ich glaube, dass Du recht hast.«. Grundsätzlich gilt im Deutschen wie im Englischen, dass ein Verb Phrase aus einem Verb (»Peter lachte«) und optional einem Noun Phrase (»mag Schottischen Whisky«) besteht. In [Chomsky 1957] hat er dafür folgende Formalisierung vorgeschlagen:

$VP \rightarrow V (NP)$

Der nach rechts zeigende Pfeil heißt soviel wie »besteht aus«.

### 3.5 Kritik an Chomsky

#### Trennung von Kompetenz und Performanz

Die strenge Trennung von Kompetenz und Performanz hat zu einiger Kritik geführt, so z.B. von Klaus Riegel in [Riegel 1973], zitiert nach [Kohlberg 2000, S. 11f]:

»These operations describe the ideal language of ideal persons in an ideal world. Thus, the order decreed in Chomsky's theory results in an abstract formalism which does not take notice of the individual, his experience and his actions. [...] No human being enters the serene halls of Chomsky's formalism.«

Der Vorwurf ist also, dass Chomsky eine Theorie über menschliche Sprache aufgestellt habe, in der Menschen gar nicht vorkommen.

<sup>15</sup>Transitive Verben können ein Akkusativobjekt binden. Beispiel für transitive Verben ist »(jemanden) lieben«, »laufen, schlafen« sind intransitive Verben. Bei intransitiven Verben ist der Transformation ins Passiv – außer mit einem Platzhalter – nicht möglich.

Der Psychologe Jan Willem de Graaf weist in [Graaf 1999, S. 9f] auf eine sprachliche Dimension hin, die Chomsky mit seiner Trennung nicht erfasst, ja geradezu für sprachliche Artikulation ausschließt: Kleine Kinder, die über ein Vokabular von nur einem Wort verfügen, können mit diesem Wort dennoch eine Vielzahl von Dingen, Vorgängen und Befindenzuständen ausdrücken, indem sie das Wort in unterschiedlicher Weise intonieren, mit Gesten unterlegen etc. Dieses kommunikative Phänomen ist mit Chomskys Modell nicht beschreibbar.

### **Radikaler Nativismus**

Einige der Argumente für das Angeborensein so spezifisch menschlicher Eigenschaften wie der Sprache wurden bereits dargestellt. Die Annahme des Angeborensein hat aber auch zu viel Kritik geführt. Wenn alles »innate« ist, dann gibt es nichts wirklich Neues [Graaf 1999, S. 8]. Wenn einem Tier durch einen behavioristischen Forscher ein bestimmtes Verhalten in der Skinnerbox<sup>16</sup> erfolgreich beigebracht wird, d.h. das konditionierte Tier führt die erlernte Bewegungsfolge durch, so ist an diesem Verhalten in einer gewissen Weise nichts neues. Der Bewegungsablauf war vorher schon im Kopf des Experimentators. Die Vorstellung, dass alles menschliche Denken und Handeln in gleicher Weise nichts neues an sich hat, widerspricht unserer Annahme vom autonom handelnden Individuum. Geht man von solch einem radikalen Nativismus aus, wie er gerade skizziert wurde, so müssen auch alle wissenschaftlichen Erkenntnisse – auch die, die noch ihrer Entdeckung harren – bereits im menschlichen Gehirn angelegt sein. Auch Piaget kritisiert Chomsky in dieser Hinsicht in seinen »Introductory Remarks« in [Piattelli-Palmarini 1980, S. 59]:

»[...] if there were innateness, reason and language would be the result of selected accidents, but selected subsequently, after the fact, whereas the formation itself would be the result of mutations and would therefore occur at random [...] I absolutely refuse, for my part, to think that logico-mathematical structures would owe their origin to chance; there is nothing fortuitous about them. These structures could not be formed by survival selection but by an exact and detailed adaptation to reality.«

---

<sup>16</sup>Skinner verwendete für seine Experimente mit Tieren einen bestimmten Versuchsaufbau, der als »Skinnerbox« in die Literatur einging [Bjork 1993, S. 93f].

## 4 Die Debatte zwischen Piaget und Chomsky

### 4.1 Historische Vorläufer dieser Debatte

Die Kontroverse der in dieser Arbeit dargestellten Debatte ist nicht neu. Seit Menschengedenken haben sich die Menschen gefragt, aus welcher Quelle ihr Vermögen stammt, sich mittels Sprache austauschen zu können. Bereits in frühen Mythen findet sich die Vorstellung, dass Sprache wie die anderen Sinne zu den angeborenen Eigenschaften gehört. Otto Marx weist in seinem Aufsatz »Die Geschichte über die Ansichten über die biologische Grundlage der Sprache« [Marx 1967] darauf hin, dass Sprache, wie alles »natürliche«, als eine von Gott gegebene oder gelehrte Gabe betrachtet wurde. Erst im sechsten vorchristlichen Jahrhundert wurde Sprache Gegenstand philosophischer Erörterungen. William von Ockham (1285-1349) war der erste, der den behaupteten Wissenszusammenhang zwischen Wortlaut und Begriffsinhalt bestritt [Bühler 1933, S. 13]. Für einen ausführlichen Abriss der philosophischen Erörterungen zu diesem Thema, der in dieser Arbeit nicht geleistet werden kann, sei auf den genannten Aufsatz verwiesen. Auf zwei exponierte Positionen der Neuzeit soll im folgenden exemplarisch ausführlicher eingegangen werden. Sie nehmen – obwohl sie vor mehr als 300 Jahren geäußert wurden – die Positionen der gegenwärtigen Debatte bereits vorweg.

Bereits im 17. Jahrhundert tritt zwischen John Locke und René Descartes der Gegensatz hervor, der später als der Gegensatz von Empirismus und Rationalismus bezeichnet wird: Es geht um die Rolle der Erfahrung bei der Bildung von Hypothesen. Hans-Jürgen Engfer unterscheidet in [Engfer 1996, S.11f] drei Ebenen, auf denen Empiristen und Rationalisten sich unterscheiden: 1. Auf der Ebene des Begriffes, 2. der der Aussage und 3. der des Schlusses. Ein »idealer« Empirist lässt sich nach diesem Dreierschema durch ein Tripel von Thesen beschreiben:

»1. dass allen Begriffen, die diesen Namen wirklich verdienen und nicht bloß leere Worte sind, die Erfahrung zugrunde liegt, 2. dass die Geltung der Aussagen, die nicht aus anderen Aussagen ableitbar sind, auf Erfahrung beruht, und 3. dass alle anderen Aussagen, die nicht unmittelbar auf der Erfahrung beruhen, aus Aussagen ableitbar sein müssen, die dies tun.«

Die rationalistische Position wäre durch folgende Thesen charakterisiert:

»1. dass sie – oft unter dem Titel der angeborenen Idee – die Existenz erfahrungsunabhängiger Begriffe wie der der Zahl, der Substanz oder der Kraft annimmt, 2. dass sie die Gültigkeit erfahrungsunabhängiger Aussagen behauptet, die – häufig unter dem Titel angeborener Prinzipien oder Vernunftwahrheiten

- allein auf vernünftiger Einsicht beruhen, und 3. dass sie davon ausgeht, dass man – gestützt auf solche Prinzipien – weitere Aussagen erschließen könne, die
- wie diese – unabhängig von aller Erfahrung gelten.«

Engfer weist wenig später auf die Schwierigkeiten hin, die eine solche strenge Trennung von Empirismus und Rationalismus mit sich bringt. Das erkannte schon Francis Bacon (1561-1626): »Die Empiriker – so schreibt Bacon im *Neuen Organon* – sammeln wie die Ameisen unsystematisch irgendwelche Beobachtungen auf, suchen daraus unmittelbare Nutzenwendungen zu gewinnen und verlaufen sich dabei in der Erfahrung wie in einem Labyrinth; die Rationalisten oder Dogmatiker dagegen bringen nach Art der Spinnen ihre Netze aus sich selbst hervor, verlassen sich – entweder gestützt auf nur wenige Erfahrungsdaten oder ganz unabhängig von diesen – hauptsächlich oder ausschließlich auf die Kräfte des Geistes und verlieren sich daher in den luftigen Höhen der Spekulation« (Bacon zitiert nach [Engfer 1996, S. 19f]). Für einen Einstieg in die Debatte sollen exemplarisch die beiden Positionen von Locke und Descartes dargestellt werden.

#### 4.1.1 René Descartes

Dem französischen Philosophen René Descartes (1596-1650), zeitlich etwa eine Generation früher als Locke, ging es u.a. in »Discours de la méthode« (1637) um eine Neubegründung der Wissenschaft auf Basis von Mathematik und Logik, vor allem aber auf Basis von Evidenzen [Hirschberger, Bd. 2, S. 91]. Er gilt als Begründer des Rationalismus. Etwa seit dem Ende des 11. Jahrhunderts war die Scholastik die vorherrschende Weltanschauung in Europa. Auch sie stellte die menschliche Vernunft in den Vordergrund und sprach dem menschlichen Geist eine Sinnhaftigkeit zu, die auch zu anderen Zwecken als der inneren Kontemplation eingesetzt werden müsse. Ihr Ziel war es jedoch, dem Verstand und dem religiösen Glauben eine gleichberechtigte Geltung zu verschaffen. Von einer Wissenschaft im strengen Sinne, losgelöst von religiöser Anschauung, kann also noch nicht gesprochen werden. In der Praxis bedeutete dies, dass alle publizierten Gedanken von den »Altlasten« der Patristik<sup>1</sup> durchsetzt waren, ja sein mussten: Neue Gedanken mussten sich aus den Lehren der Kirchenväter Augustinus (354-430) oder Thomas von Aquin (1225-1274) herleiten lassen, andernfalls waren sie häretisch. Descartes kritisiert diese Vorgehensweise ausdrücklich: »Nichts aber scheint mir ungereimter, als über die Geheimnisse der Natur, die Kraft des Himmels auf die Welt hier unten, die Voraussage der Zukunft und Ähnliches, wie es viele tun, kühn zu streiten und sich dennoch nicht ein einziges Mal gefragt haben, ob die menschliche Vernunft zureicht, um das zu finden« (zitiert nach [Prechtl 2000, S. 14]). Aufgrund seiner Haltung sah er sich zeitlebens durch die Inquisition bedroht, die 1633 Galileo Galilei für seine Verteidigung des kopernikanischen Weltbildes und die Negierung des geozentrischen Weltbildes bis an dessen Lebensende 1642 unter Hausarrest stellte.

---

<sup>1</sup>Patristik wird in der christlichen Theologie die Wissenschaft genannt, die sich mit der Zeit der Kirchenväter beschäftigt, oder, in weiterem Sinn, die Epoche der Alten Kirche vom 1. bis zum 7./8. nachchristlichen Jahrhundert.

Die naive Auffassung, dass wir durch unsere Sinne die Natur genau so wahrnehmen, wie sie ist, hält Descartes für eine Illusion. Dies illustriert er am Beispiel der Sonne, die uns ihrer Erscheinung am Himmel nach kleiner zu sein scheint als die Erde [Prechtl 2000, S. 82]. In den »Meditationes« (1647) unterscheidet er die Ideen in Bezug auf ihren Ursprung: 1. angeborene, 2. von außen erworbene und 3. selbst gemachte Ideen. In diesen Zusammenhang gehört auch sein Substanzmodell: Er unterscheidet Gott, »res cogitans« und »res extensa«. Gott z.B. muss eine angeborene Idee sein, wie er mit seinem Gottesbeweis zeigt: Meiner endlichen Seele bin ich mir sicher (»cogito ergo sum«). Da Gott unendlich ist, kann ich ihn nicht aus mir heraus geschaffen haben. Da die Idee Gottes aber ganz offensichtlich allgemein existiert, muss Gott sie mir eingepflanzt haben.

Allgemein sind alle die Ideen angeboren, die unabhängig von der Erfahrung, unmittelbar einleuchtend (evident), klar und deutlich sind. Selbstbewusstsein und die mit diesem gegebenen Ideen »Körper«, »Geist« und »Gott« sowie die gesamte Mathematik sind ebenfalls angeboren. Vorstellungen wie Größe, Ausdehnung, Gestalt (als Begrenzung der Ausdehnung), räumliche Anordnung der Körper zueinander etc. sind von außen erworbene Ideen, die des Nachdenkens über unmittelbare sinnliche Eindrücke bedürfen. Alle übrigen wie Licht, Farbe, Töne, Geschmack, Wärme und sonstige sinnlich wahrnehmbare Qualitäten sind selbst gemachte Ideen [Prechtl 2000, S. 85]. Indem er Selbstbewusstsein, Geist etc. als angeboren annimmt, entsteht für ihn die Frage erst gar nicht, wie diese Begriffe aus der Welt in die Vorstellung kommen. Hans-Jürgen Engfer weist in [Engfer 1996] darauf hin, dass er seine Lehre unangreifbar zu machen versucht: Wenn die Ideen angeboren sind, lässt sich nicht darüber streiten, wie z.B. Gott »beschaffen ist«: Die Idee von ihm ist schließlich fest eingeboren. Die nicht angeborenen Ideen werden durch unsere Sinnesleistungen so wie sie in der Welt sind mehr (Größe, Ausdehnung etc.) oder weniger (Wärme, Kälte etc.) klar in unsere Vorstellung übertragen.

#### 4.1.2 John Locke

Der englische Philosoph John Locke (1632-1704) hat sich mit der Begrenztheit des menschlichen Denkens und mit Problemen der politischen Freiheit und des religiösen Friedens befasst. Er hat gegen den Absolutismus argumentiert und die Theorie des freien Staates auf Basis eines Vertrages zwischen Bürgern geschaffen, die ihre Differenzen unter Anwendung vernünftiger Regeln überwinden. Er gilt als Wegbereiter des politischen Liberalismus [Specht 1989, S. 2] und ist Vertreter des Empirismus. Wie der französische Philosoph Pierre Gassendi (1592-1655) als »Stammvater des Empirismus« [Specht 1989, S. 38], vertritt er eine tabula-rasa-Lehre: »Der menschliche Geist gleicht vor aller Erfahrung einem unbeschriebenen Blatt Papier« [Specht 1989, S. 38]. Lockes Vorwurf gegen Descartes findet sich inhaltlich im zweiten Motto wieder, das Locke seinem »Essay concerning Human Understanding« [Locke 1689] (im folgenden kurz »Essay«) voranstellt, das er aus Ciceros »De Natura Deorum« übernommen hat: »Wie schön ist es, wenn man lieber eingesteht, dass man nicht weiß, was man nicht weiß, als wenn man bis zur Übelkeit darüber schwatzt und sogar nicht selbst verhasst wird.«

Der Vorwurf lässt sich derart konkretisieren, dass Locke den Cartesianern vorwirft, dass ihnen »zwar Beobachtung und Experiment nicht fremd sind, [s]ie aber zu schnell mit Hypothesen bei der Hand sind.« [Specht 1989, S. 35]

»Zu Lockes Programm gehört im 1. Band des »Essay« die Widerlegung der Behauptung, dass es angeborene Ideen gibt« [Specht 1989, S. 43], es handelt sich also eine Kritik des Nativismus [Thiel 1997, S. 4]. Bereits durch Gassendi und Marin Mersenne (1588-1648) war Descartes vorgeworfen worden, dass dessen angeborene Ideen in Wahrheit gar nicht angeboren, sondern von außen gegeben seien: Der Begriff des Dinges aus der sinnlichen Wahrnehmung und der Begriff Gottes aus der Tradition [Engfer 1996, S. 86]. Lockes Standpunkt ist klar: Menschen verfügen weder über fertige Ideen noch über fertige oder angeborene theoretische und praktische Prinzipien, wohl aber über Fähigkeiten (»faculties«, »powers«), die die Bildung und Ideen und Prinzipien ermöglichen. Im »Essay« hält er fest: »no Proposition can be innate, unless the *Ideas*, about which it is, be innate« [Locke 1689, I.ii.1]<sup>2</sup>. Die Menschen bringen keine fertigen Ideen und Prinzipien mit, wohl aber die natürlichen Fähigkeiten (»faculties«), solche zu erwerben. Wenn die Ideen nicht angeboren sind, stellt sich die Frage, wie sie in das menschliche Vorstellungsvermögen kommen. Lockes Antwort im zweiten Band des »Essay« lässt sich so zusammenfassen, dass auf dem Weg von Erfahrungen mit Dingen Ideen entstehen, die der unmittelbare Gegenstand des Denkens mit dem Verstand, das »Material für seine Operationen« sind [Specht 1989, S. 49, 51]. Der 3. Band des »Essay«, die Lehre von den Wörtern, beschäftigt sich mit semantischen Aspekten von Sprachphilosophie und kommt zu dem Schluss, dass Wörter vom Menschen willkürlich eingesetzte Zeichen für Ideen und nicht für Dinge sind. Mit den Wörtern sind nicht allgemeine Ideen im Sinne Platons gemeint, sondern Ideen im Geiste des Sprechers [Specht 1989, S. 52f]. Im 4. Band gibt er seine Antwort auf die Frage, wie aus den einzelnen Erfahrungen allgemeine Ideen werden. Sprache als Kommunikationsmittel würde keinen Sinn machen, wenn die Kommunikationspartner auf Grund individueller Erfahrungen individuelle Wörter für jeweils individuelle Ideen bilden würden. Nach Locke hat die Fähigkeit, allgemein zu denken, ihre Ursache darin, dass der menschliche Verstand der Fülle des Wirklichen nicht gewachsen ist und in seiner Schwäche ein Vermögen sucht, die Vielfalt der Dinge unter allgemeine Namen zu bringen. Allgemeinheit ist also nicht vor aller Erfahrung (a priori) gegeben, sondern wird aus den Ähnlichkeiten der Dinge in Abhängigkeit vom Vermögen des Verstandes hergestellt [Specht 1989, S. 55f].

## 4.2 Unterschiedliche Zugangsweisen

Für die in dieser Arbeit vorgestellten Positionen sollte man stets im Hinterkopf behalten, dass sie von zwei Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Forschungsgebieten vertreten werden. Ihr Zugang zur behandelten Frage ist deshalb auch jeweils ein eigener: Piagets Ansatz

---

<sup>2</sup>Die Zitierweise von Lockes »Essay concerning Human Understanding« richtet sich nach der kritischen Ausgabe von Peter H. Nidditch (Oxford 1975). Verwiesen wird dreigliedrig auf Buch, Kapitel und Paragraph. Die Angabe »I.ii.1« bedeutet also: erstes Buch, zweites Kapitel, erster Paragraph.



in Bezug auf die Untersuchung von Sprache hebt immer von der Biologie an. Chomskys Theorien und Argumente sind stets formal abstrakt und von Mathematik und Informatik motiviert. Diese Unterschiede finden sich in der Art der Modelle ebenso wieder wie in den Untersuchungsmethoden.

#### 4.2.1 Biologie gegen Linguistik

Piaget hat seine wissenschaftliche Laufbahn mit der Untersuchung der Entwicklung von Teichschnecken begonnen (vgl. Kapitel 2.1). Zeit seines Lebens blieb er der Biologie und besonders dem Aspekt der Entwicklung verbunden. Diese Verbindung findet sich in seinen Theorien wieder. Er hat seine Leitbegriffe »Schema«, »Äquilibration«, »Assimilation« und »Akkomodation« dem biologischen Begriffsraum entnommen und die dahinter stehenden Mechanismen auf die Funktionsweise der menschlichen Psyche übertragen. Zunächst genuin biologische Erklärungsweisen z.B. für die Selbsterhaltung hat Piaget als in der Erkenntnis ebenso wirksam angenommen. Stets findet sich eine enge Verbindung der Funktionsweise des Körpers mit der Funktionsweise der Erkenntnis. Wie in Kapitel 2 bereits ausführlich dargestellt wurde, ist Piaget zuerst ein experimenteller Psychologe. Das heißt, er untersucht in psychologischen Experimenten das Verhalten von *Menschen*, insbesondere Kindern, stellt ihnen Aufgaben, die sie lösen sollen, überprüft die Lösungen und fragt, wie sie zu ihrer Lösung gekommen sind. Seine Theorie fußt also auf den Ergebnissen von Verhaltensuntersuchungen an Menschen, diese sind sein primärer Untersuchungsgegenstand. Kognition ist für ihn eine Art von Selbstorganisation, die in einem System wie dem Menschen entsteht, um sich an die permanent verändernde Umwelt anpassen zu können. Mit Piagets eigenen Worten aus dem Aufsatz »The Psychogenesis of Knowledge and Its Epistemological Significance« in [Piattelli-Palmarini 1980, S. 24]:

»[T]he fundamental relationship that constitutes all knowledge is [...] the ›assimilations‹ of objects to the schemes of that subject. This process [...] prolongs the various forms of biological ›assimilations‹, of which cognitive association is a particular case as a functional process of integration. Conversely, when objects are assimilated to schemes of action, there is a necessary ›adaptation‹ to the particularities of these objects [...] It is thus this exogenous mechanism that converges with what is valid in the empiricist thesis, but ... adaptation does not exist in a ›pure‹ or isolated state, since it is always the adaptation of an assimilatory scheme; therefore this assimilation remains the driving force of cognitive action.«

Der aus der Biologie für das Denken übernommene Mechanismus der »Assimilation« ist es also, der Kognition ausmacht. Wie wir sehen werden, ist Chomsky da ganz anderer Ansicht.

Während Piagets primärer Untersuchungsgegenstand Menschen sind, ist Chomskys Untersuchungsgegenstand die Sprache und ihre Grammatik. Wie in Abschnitt 3.4 erläutert, hat

er, gestützt auf die Ergebnisse seiner Untersuchungen an Sprachen, eine Theorie einer universalen Grammatik entwickelt, die als sog. generative Transformationsgrammatik die Linguistik im 20. Jahrhundert revolutioniert hat. Untersuchungsgegenstand sind nicht bestimmte Sprachen oder Sprachgruppen, sondern das System Sprache an sich, und als Mittel zur menschlichen Kommunikation. Chomskys Trennung von Kompetenz und Performanz (s. Abschnitt 3.3.4) führt dazu, dass sein Untersuchungsgegenstand Sätze losgelöst von bestimmten Sprechern sind, und für sie nicht so sehr die Art *wie* sie geäußert werden (Lautstärke, dabei verwendete Gestik und Mimik, Tonlage etc.) als vielmehr wie die Sätze formal aufgebaut sind und wie sich die Korrektheit eines Satzes durch bestimmte formale Transformationen (z.B. durch Austausch der Positionen zweier Wörter oder durch Hinzufügen einer Negation) ändert.

Seine Theorie ist zunächst eine *linguistische Theorie*. Diese Tatsache wird hier deshalb so betont, weil sich Chomskys Theorie damit in ihrer Art grundsätzlich von Piagets Theorie unterscheidet. Chomsky hatte ursprünglich nicht den Anspruch, eine Theorie darüber aufzustellen, wie das menschliche Gehirn arbeitet oder gar, wie es sich entwickelt. Als *psychologische Theorie* wurde Chomskys Linguistik in den 1960er und 1970er Jahren von einigen Psychologen interpretiert.

Mit der Psycholinguistik – der Verbindung von Psychologie und Linguistik – bildete sich ein eigener Forschungszweig aus, der sich mit der Verankerung der Sprache im menschlichen Gehirn beschäftigt [Engelkamp 1974]. Psycholinguistik wird heute als ein Teilgebiet der Kognitionspsychologie betrachtet, die sich allgemein mit mentalen Strukturen und Prozessen bei Menschen beschäftigt. Andere Zweige der Kognitionspsychologie umfassen die Untersuchung von Gedächtnis, Problemlösen, Aufmerksamkeit und Wahrnehmung. Die Kognitionspsychologie wiederum ist ein Teilgebiet der allgemeinen Psychologie. Innerhalb der Kognitionspsychologie sind die Forschungszweige eng miteinander verwoben. Erkenntnisse und Theorien aus der Psycholinguistik beeinflussen Theorien des Gedächtnisses und umgekehrt haben neue Erkenntnisse über das Funktionieren von Gedächtnis Auswirkungen auf die Antworten der im folgenden dargestellten Kernfragen der Psycholinguistik. Psycholinguistik lässt sich in Kontrast zur Linguistik vielleicht am besten durch die Fragen beschreiben, die sie stellt, und die Geheimnisse, die sie zu lösen versucht [Foss&Hakes 1978]:

»Psycholinguisten befassen sich typischerweise mit drei großen Fragen. Die erste lautet: Was weiß jemand, wenn er eine Sprache beherrscht? Oder anders ausgedrückt: Wie lässt sich das Wissen beschreiben, über das jemand jemand verfügt, der eine Sprache beherrscht? Die zweite Frage ist: In welcher Weise wendet ein Individuum sein Wissen an, wenn es spricht oder zuhört, liest, schreibt oder gar denkt? Die dritte Frage schließlich lautet: Auf welche Weise eignen wir uns das für Sprache notwendige Wissen an sowie die Fähigkeit, dieses Wissen zu nutzen? Diese Fragen deuten bereits an, dass Psycholinguisten in erster Linie mit mentalen Strukturen und Operationen befasst sind, die uns Kommunikation ermöglichen, und erst an zweiter Stelle die Kommunikation selbst untersuchen.«

### 4.2.2 Holismus gegen Dekompositionismus

Graaf weist in [Graaf 1999, S. 33f] darauf hin, dass Piaget und Chomsky methodisch unterschiedlich an die Fragestellung herangehen, ob und welche Fähigkeiten dem Menschen angeboren sind. Er nennt es die Dichotomie zwischen (biologischem) Holismus und Dekompositionismus. Beginnend bei den ersten Protozoen<sup>3</sup> hat die Evolution, die grundsätzlich sehr ökonomisch vorgehen musste und nur unbedingt notwendige Fähigkeiten bei den Organismen entwickeln konnte, hoch komplexe biologische Gebilde geschaffen. An der Spitze der Komplexitätsleiter steht der Mensch, der in der Lage ist, über sich selbst und diese Eigenschaft der Evolution nachzudenken. Der Holismus untersucht, wie der gesamte Organismus während der Evolution immer komplexer wird. In der Debatte vertritt Piaget einen holistischen Standpunkt. Sein Modell der Adaption des Gesamtorganismus an die Umwelt beruht auf dem Zusammenspiel von Akkomodation und Assimilation für die kognitive Entwicklung. Der Holismus wehrt sich gegen den Dekompositionismus, indem er darauf hinweist, dass ein strenger Reduktionismus, so wie von Chomsky betrieben wird, der Systeme durch die Beschreibung der ihrer Teilsysteme zu erklären versucht, wichtige Eigenschaften des Ganzen ignoriert, die erst aus dem Zusammenspiel der Teile entstehen<sup>4</sup>.

Chomsky und Fodor können stellvertretend für den Dekompositionismus angesehen werden. Dieser untersucht, wie die anpassungsfähigen Teilsysteme funktionieren und von der Evolution ausgewählt werden. Sie versuchen Kognition als Gesamtphänomen in mehr oder weniger atomare Teilsysteme bzw. »Module« (Fodor) zu zerlegen.

### 4.2.3 Lerntheorie gegen Sprachtheorie

Chomsky liefert eine Theorie, wie Sprache im Gehirn verankert ist. Diese Theorie ist es, die er in der Debatte verteidigt. Er präsentiert ein beeindruckend abstraktes Erklärungsmodell dafür, wie Syntax in menschlichen Sprachen organisiert ist und nicht zuletzt, wie sich ambivalente Bedeutungen eines Satzes erschließen lassen (s. Abschnitt 3.4.4). Ein wissenschaftliches Modell dient immer dazu, bestimmte Phänomene der Erfahrungswirklichkeit in ihrer Regelmäßigkeit – in den Naturwissenschaften häufig auch als Gesetzmäßigkeit bezeichnet – zu beschreiben. Chomskys Theorie definiert einen eigenen abstrakten Begriff der Grammatik und beschreibt, was allgemein zu einer Grammatik hinzu gehört. Mit den Ausdrucksmitteln der Informatik lassen sich diese Regeln auf genau definierte Weise in Maschinen (endliche Automaten) übertragen, die dann in der Lage sind, für beliebige Sätze zu entscheiden, ob sie zu einer Grammatik hinzu gehören oder nicht.

<sup>3</sup>Protozoen (Einzahl: Protozoon) ist eine Bezeichnung für aufgrund ihrer heterotrophen Lebensweise und ihrer Mobilität als tierisch angesehene Einzeller, die keine Zellwand, aber im Gegensatz zu Bakterien einen Zellkern besitzen [Brockhaus, »Protozoen«].

<sup>4</sup>Mayr weist in [Mayr 1997, S. 41] darauf hin, dass »Revier, Balz, Abwehr von Raubfeinden und dergleichen niemals auf Chemie und Physik reduziert werden könnten, ohne ihre biologische Bedeutung vollkommen einzubüßen«.

Piaget hat eine Theorie der Psychogenese entwickelt. Fragt man danach, welche Phänomene diese Theorie erklären soll, so findet sich die Antwort schon im Namen: Erklärt werden soll die *Entwicklung* des menschlichen Geistes. Der Anspruch, eine Entwicklung zu erklären, steckt hier schon im Namen.

Die Debatte und die Art der Argumente müssen auch vor dem Hintergrund dieser beiden von ihrer Art her unterschiedlichen Theorien verstanden werden. Chomskys Naturalismus folgt dem linguistischen Grundtheorem, Sprache aus ihren Strukturen erklären zu wollen [Dux 2005, S. 280]. Erklärt werden soll also die innere Struktur von Sprache, nicht das Entstehen dieser Struktur. Die Argumente aus der Fraktion der Nativisten dienen vor allem dazu, Piaget nachzuweisen, dass Lernen auf die Weise, wie er es in seinem Modell der Psychogenese vorschlägt, aus logischen Gründen (z.B. das Unterbestimmtheitsargument in Abschnitt 3.3.5) nicht funktionieren kann. Dabei sollte man nicht vergessen, dass die Nativisten im Gegenzug keine Lerntheorie verschlagen, die den Namen im eigentlichen Sinne verdient. Sie entledigen sich der Frage, wie das Lernen echter neuer (also noch nicht im Gehirn veranlagter) Konzepte möglich ist, indem sie die Konzepte als angeboren annehmen (Fodor). Das Problem, dass der Spracherwerb mit dem den Kindern präsentierten Corpus an Beispielsätzen mit rein induktivem Lernen nicht erklärbar ist, lösen sie, indem sie die Universalgrammatik kurzerhand bis auf wenige Parameter (z.B. den Head-Parameter) für angeboren erklären. Ohne diese Verfahrensweise hier kritisieren zu wollen, soll darauf hingewiesen werden, dass der Nativismus in dieser Debatte keine Lerntheorie im Sinne von Piagets Psychogenese als Alternative vorschlägt, sondern bereitwillig alles das als angeboren annimmt, was bei der Erklärung im Rahmen einer Lerntheorie Probleme machen könnte. Günter Dux bezeichnet diese Art des ›Wegerklärens‹ als einen »spekulativen Nativismus« [Dux 2005, S. 293]. »Chomsky sah sich zu dem Nativismus der Transformationsgrammatik gezwungen, weil, so seine Einlassung, gar keine Chance besteht, das Erlernen einer Sprache ohne Annahme der naturalen Verankerung ihrer Tiefenstruktur verständlich werden zu lassen« [Dux 2005, S. 275f]. Die Fraktion der Nativisten hat die ganze Debatte hindurch immer wieder versucht zu zeigen, dass das Erlernen von Sprache nicht auf herkömmlichen Wege erklärt werden kann. Daraus leiten sie den Schluss ab, dass es ein LAD geben *müsse*.

### 4.3 Die direkte Konfrontation

Ort des Treffens war die französische Abtei Royaumont, ca. 30 km nördlich von Paris und im Besitz einer französischen Kulturstiftung. Die Diskussion fand, ähnlich interdisziplinär wie die Arbeit an Piagets »Centre«, unter internationaler Spitzenbesetzung statt. Die Teilnehmer lassen sich in drei Gruppen unterscheiden [Graaf 1999, S. 18f]: Zunächst Piaget, seine engste Mitarbeiterin Bärbel Inhelder und einige weitere »Verbündete«. Zweitens Chomsky, Fodor und Monod, die die nativistische Position vertraten und eine dritte Partei, deren Vertreter noch keinen Standpunkt zu den diskutierten Themen entwickelt hatten. Sie bestand zum großen Teil aus Neurobiologen, darunter auch die Organisatoren der Veranstaltung.

In den folgenden Abschnitten sollen die Argumente der Teilnehmer der Debatte gegenübergestellt und auf ihren philosophischen Hintergrund untersucht werden. Es wird versucht, die Argumente unter den fünf Überschriften »Ablehnung des Behaviorismus« (Abschnitt 4.4), der Frage nach einem »fixed nucleus« (Abschnitt 4.5), der Unterscheidung von »zwei Entwicklungstheorien« (Abschnitt 4.6), der Frage, ob es eine »angeborene Funktion zum Spracherwerb« gibt (Abschnitt 4.7) und schließlich dem Verhältnis der beiden Positionen zum Sparsamkeitsgrundsatz (Abschnitt 4.8) einzuordnen. Trotz dieser Einteilung ließen sich die Inhalte der Abschnitte nicht vollständig voneinander trennen. Die Ursache dafür ist, dass sich z.B. die Frage, ob es einen »fixed nucleus« gibt und welchen Funktionsumfang er beinhaltet, nicht komplett von der Frage trennen lässt, wie die allgemeine Entwicklung zu modellieren ist. Für die anderen behandelten Themen verhält es sich ähnlich. Mit dieser Einteilung sollte also eine gewisse Struktur in die einzelnen, eigentlich nicht voneinander isolierbaren Argumente gebracht werden. Jedes Kapitel versteht sich inhaltlich vor dem Hintergrund der anderen.

#### 4.4 Ablehnung des Behaviorismus

In ihrer Ablehnung des Behaviorismus als Grundlage einer allgemeinen Lerntheorie für den Menschen sind sich Piaget und Chomsky einig, wenn auch aus unterschiedlichen Gründen: Piaget weist den Behaviorismus zurück, weil der erkennende Mensch bei der Erkenntnis nie ausschließlich passiv Reize auf sich wirken lässt, sondern die Reize immer vor dem Hintergrund seines Wissens und seiner Fähigkeiten verarbeitet, also aktiv am Prozess der Erkenntnis teilnimmt (vgl. Abschnitt 2.3.7). Chomsky wies mit seiner viel beachteten Kritik am Behaviorismus [Chomsky 1959] auf grundsätzliche Mängel behavioristischer Lerntheorien hin (vgl. Abschnitt 3.3.5).

#### 4.5 »fixed nucleus«

In seinem Eröffnungsvortrag zur »Debatte« [Piattelli-Palmarini 1980, S. 23-34] versucht Piaget von zunächst den Blick von den kontroversen Fragen zwischen ihm und Chomsky auf die Gemeinsamkeiten zu wenden. Er hebt ihre Übereinstimmung in der Existenz eines »fixed nucleus« hervor. Mit diesem »festen Kern« sind Fähigkeiten gemeint, die ein Säugling schon bei der Geburt besitzt. In der Frage, ob es solch einen Kern gibt, besteht also Einigkeit. Die Kontroverse dreht sich um die Spezifität und den Umfang der angeborenen Fähigkeiten.

Piaget beschränkt den fixed nucleus auf allgemeine sensomotorische Aktivität. Chomsky geht von einem größeren Umfang und einer höheren Spezifität der angeborenen Funktionen aus [Graaf 1999, S. 27]. Im Verlauf der Debatte versucht er immer wieder an Beispielen aus der Linguistik zu zeigen, dass Kinder beim Erlernen einer Sprache eben nicht die Fehler machen, die zu erwarten wären, wenn sie sensomotorische Schemata dazu verwenden würden. Wie sind diese Beispiele aufgebaut? Zugrunde liegen die Transformationsregeln wie in

Abschnitt 3.4.5 beschrieben. Vorgeführt wird dort die Regel zur Transformation eines Aussagesatzes in einen Fragesatz. Angenommen, diese Regel müsste induktiv gelernt werden, würde zunächst die einfachste Hypothese gewählt werden, nämlich dass die Regel Wörter an bestimmten Positionen (der ersten, zweiten usw.) vertauschen muss. Das ist aber offensichtlich nicht der Fall. Statt dessen müssen syntaktische Komponenten im Satz in ihrer Position vertauscht werden. Dafür muss Wissen über die syntaktische Struktur des Satzes vorhanden sein, das, wie in den Abschnitten zur Einführung der Generativen Transformationsgrammatik (s. Abschnitt 3.4) gezeigt wurde, wesentlich komplizierter ist. Offensichtlich, so geht die Argumentation weiter, machen Kinder aber keine Fehler, die darauf schließen lassen, dass sie zunächst sensomotorische Schemata anwenden. Eine Reihe solcher Beispiele finden sich in [Piattelli-Palmarini 1980, S. 41, 44, 48, 120, 319]. Chomskys Schluss daraus ist, dass wenigstens bestimmte grammatische Strukturen angeboren sein müssen, weil sie nicht – wie Piaget meint – aus sensomotorischen Schemata zusammengesetzt sein können, da jene von ganz anderer Art sind.

## 4.6 Zwei Entwicklungstheorien

### Ein Plädoyer für den Konstruktivismus

Im Eröffnungsvortrag spitzt Piaget die Alternative zwischen Nativismus und Konstruktivismus aus seiner Sicht mit dem folgenden Satz zu ([Piattelli-Palmarini 1980, S. 25], Hervorhebung aus dem Original):

»The problem is therefore to choose between two hypotheses: authentic constructions with stepwise disclosures to new possibilities, or successive actualization of a set of possibilities *existing from the beginning*.«

Aus Piagets Sicht gehören Sprache und Intelligenz so eng zusammen, dass die Antwort auf die Frage, ob Sprache angeboren ist, gleichzeitig beantworten muss, ob Intelligenz oder genauer, intellektuelle Fähigkeiten, angeboren sind. Seine Argumentation behandelt deshalb zunächst die Frage, über welche angeborenen intellektuellen Fähigkeiten wir verfügen. Gleich im Anschluss der Kontraposition der zwei Hypothesen weist er auf die geschichtsphilosophische Frage hin, die analog für die Wissenschaftsgeschichte lauten könnte, ob bspw. die klar voneinander unterscheidbaren Phasen der Mathematik<sup>5</sup> das Ergebnis schöpferischer Akte der Mathematiker sind oder nur das Ergebnis fortschreitender Einengung der Menge aller möglichen Theorien bzw. die weitere Erforschung eines Universums platonischer Ideen. Seine Antwort auf diese Frage lautet klar zugunsten der Annahme echter schöpferischer Akte in der Wissenschaftsgeschichte. Würde man nämlich davon ausgehen, dass alle die mathematischen Erkenntnisse der letzten Jahrtausende bereits im Säugling angelegt seien, müsste man vom Säugling auch noch den Schritt zurück zum Genom machen, in dem das Wissen von

---

<sup>5</sup>Piaget geht jedenfalls in [Piaget 1992] davon aus, dass sich Phasen eindeutig unterscheiden lassen.

von Generationen von Mathematikern kodiert sein müsste [Piattelli-Palmarini 1980, S. 26]. Dazu reicht der Platz des menschlichen Genoms nicht aus<sup>6</sup>. Um diesem Problem zu entgehen, hält Piaget einzig einen Konstruktivismus wie in seinem Stufenmodell als Ausweg für möglich [Piattelli-Palmarini 1980, S. 29]:

»[...] constructive generalizations, which consist of raising an operation to its own square or a higher power: this, combinations are classifications of classifications, permutations are serializations of serializations, the sets of components are partitions of partitions, and so on.«

Abstraktion versteht er innerhalb seines Modell also als einen Schritt auf eine höhere Stufe bzw. in ein höheres Stadium, Generalisierung als das Quadrat oder eine höhere Potenz einer intellektuellen Operation: Kombinatorik lässt sich zurückführen auf Klassifizierungen von Klassifizierungen, Permutationen sind reihenweise Anordnungen von reihenweisen Anordnungen, Mengen von Elementen sind Teilmengen von Teilmengen usw., wobei er die Konstrukte, auf die er hier zurückführt (Klassifizierungen, reihenweise Anordnungen, Teilmengen) in seinen entwicklungspsychologischen Versuchen detailliert untersucht hat ([Piaget 1941a] und [Piaget 1942]).

Aus zwei Gründen lehnt er deshalb Chomskys »innate fixed nucleus« (s.a. Abschnitt 3.3.2), ab: Zunächst ist nicht erklärbar, warum in der Evolution diese Mutation ausschließlich auf die menschliche Spezies beschränkt sein sollte. Zweitens verletzt die Annahme solch eines angeborenen Kerns die Sparsamkeitsbedingung: Ein angeborener fester Kern für Sprache im Sinne eines Sprachzentrums im menschlichen Gehirn würde alle Eigenschaften eines allgemeinen, nach der Geburt erworbenen Sprachzentrums haben, wie es während der kindlichen Entwicklung in Folge der sensomotorischen Entwicklung sowieso, und, wie Piaget in seinen Untersuchungen zu zeigen versucht hat, notwendig entsteht. Die Annahme, dass dieser Kern angeboren sein muss, wäre deshalb überflüssig und aufgrund des Sparsamkeitsprinzips zu verwerfen.

Die Notwendigkeit, dass sich Vernunft während der Entwicklung ausbildet, leitet Piaget aus dem Ineinandergreifen von Selbstregulation und Äquilibration her. Während ein vorhandenes Schema an eine neue Situation angepasst wird, entstehen durch Assimilation und Akkomodation an ein neues Objekt möglicherweise Subschemas oder sogar ganz neue Schemata, sofern die Eigenschaften dieses Objektes neu und interessant sind. Diese neuen Schemata machen anschließend eine Äquilibration notwendig.

Chomsky hält dem entgegen, dass auch die Ausdifferenzierung der biologischen Funktionen der anderen menschlichen Organe »biologisch nicht erklärbar« sind. Man kann zwar heute rückblickend Vermutungen darüber anstellen, wie es zu dieser Entwicklung gekommen ist, diese Vermutungen lassen sich aber prinzipiell nicht beweisen, weil die Entwicklung zu einer Zeit stattgefunden hat, als noch kein Mensch existierte, der dabei zusehen konnte.

<sup>6</sup>Bekannt ist heute, dass das menschliche Genom in drei Milliarden Basenpaaren eine Speicherkapazität von ca. 800 MB erreicht [BEO 1997, S. 8]. Diese Speicherkapazität wird heute von jedem Teilgebiet der Mathematik mühelos überschritten.

### Chomskys Entwicklungshypothese

Grundsätzlich geht Chomsky davon aus, dass die Entwicklung von intellektuellen Fähigkeiten vergleichbar mit der Entwicklung physiologischer Organe ist, zumindest vom Aspekt der biologischen Erklärbarkeit aus betrachtet [Piattelli-Palmarini 1980, S. 36]. Außerdem sei es voreilig zu urteilen, es gebe keine physiologische Notwendigkeit, weil die physiologischen Regeln, die ihr zugrunde liegen, nicht bekannt sind. Chomsky hält Piagets Stufenmodell eine eigene Entwicklungshypothese entgegen. Er ist viel eher geneigt, angeborene abstrakte Fähigkeiten anzunehmen als Piaget. In [Chomsky 1980] spekuliert er beispielsweise über ein angeborenes »Mathematikmodul«, in dem das abstrakte Konzept der natürlichen Zahlen verankert ist, indem die »Operation Inkrementieren um 1« dort bereits bei der Geburt fest verankert ist. Während Piaget sein Modell auf Basis seiner Versuche entwickelt hat, geht Chomsky den Weg formaler Hypothesenbildung. Er ist der Ansicht, die intellektuelle menschliche Entwicklung lasse sich diskretisieren zu einer Folge definierter Zustände  $S_i$  eines Individuums, wobei  $S_0$  der Startzustand ist, mit dem ein Säugling unmittelbar nach der Geburt auf die Welt kommt.

Dieser Gedankengang lehnt sich an die Automatentheorie an, die als Teilgebiet zur Theoretischen Informatik gehört. Sie befasst sich mit formalen Sprachen und formalen Grammatiken, die durch die Chomsky-Hierarchie typisiert werden und Modellen für Automaten, die solche Sprachen auf grammatische Korrektheit überprüfen können. Chomsky abstrahiert das Individuum als einen Automaten. Zu jedem Zeitpunkt hat der Automat einen diskreten Zustand  $S_i$ . Der Übergang von einem Zustand  $S_i$  zum Folgezustand  $S_{i+1}$  ist die Transition  $T_i$ , in dem (vgl. Formalisierung in 4.1). Der Zustandsübergang wird durch eine bestimmte Eingabe, einen Reiz  $R$  aus der Umwelt, ausgelöst.

$$T_i : S_i \xrightarrow{R} S_{i+1} \quad (4.1)$$

Er geht davon aus, dass ein Kind während seiner intellektuellen Entwicklung vom Zustand  $S_0$  aus eine Reihe von Zuständen  $S_1, S_2$ , usw. durchlaufen muss, bis es sich in einem stabilen Zielzustand  $S_S$  »eingeschwungen« hat. Die Zustandsübergänge resultieren aus den Eindrücken und Erfahrungen, die das Individuum während seiner Entwicklung macht. Im Zielzustand finden nur noch minimale intellektuelle Veränderungen statt. Dieser Zustand wird für Sprache – auch Piagets Untersuchungen zufolge – irgendwann in der Pubertät erreicht. In diesem Zustand ist die erlernte Grammatik in irgendeiner Form intern repräsentiert. In vorangehenden Zuständen müsste sie ebenfalls repräsentiert sein, wenn auch nicht vollständig. Wie die Grammatik auf neurophysiologische Strukturen abgebildet wird, erklärt Chomsky nicht. Diese Frage wird an keiner Stelle von ihm thematisiert. Auch hier zeigt sich seine Zugehörigkeit zur (theoretisierenden) Kognitionswissenschaft der ersten Generation (vgl. Abschnitt 3.3.1), die sich für die physiologische Plausibilität ihrer Theorien wenig interessiert hat. Chomskys Vorschlag lautet, die Übergänge und die Zwischenzustände von  $S_0$  bis  $S_S$  zu erfassen und dadurch den Mechanismus der Aneignung von Sprache zu ergründen (1): »In principle, it is possible to obtain as complete a record as we like of the experience available



to the person who has achieved this steady state.« [Piattelli-Palmarini 1980, S. 38]. Diese Aufzeichnung aller relevanten Eindrücke benennt Chomsky im folgenden mit  $E$ . Sie muss ausreichend sein, um eine menschliche Sprache  $L$  zu erlernen. Dieses  $E$  muss also einen geeigneten Zustand  $S_S$  setzen, in dem die Grammatik von  $L$  repräsentiert ist. In seiner Formalisierung der Entwicklung muss es eine interne Funktion geben, die die Eindrücke  $E$  auf den Zielzustand  $S_S$  abbildet:

$$E : S_0 \longrightarrow S_S \quad (4.2)$$

Diese Funktion nennt er »allgemeine Lerntheorie«  $LT$  für alle Menschen  $H$  in der Domäne Sprache  $L$ :  $LT(H, L)$ . Diese Hypothese verallgemeinert er auf beliebige Organismen  $O$  und Domänen  $D$ , sodass die allgemeine Lerntheorie die Form  $LT(O, D)$  hat. Die Lerntheorie ist eine Transformationsfunktion, die Eindrücke in interne Repräsentation überführt. Sie muss schon vor den Eindrücken vorhanden sein, um sie verarbeiten zu können. Deshalb schließt Chomsky darauf, dass sie bereits im Zustand  $S_0$  vorhanden ist und nennt sie eine »genetisch determinierte Eigenschaft der Spezies« [Piattelli-Palmarini 1980, S. 38]. Für die Domäne der Gesichtserkennung  $G$  bei Menschen könnte man wieder eine eigene spezielle Lerntheorie  $LT(H, G)$  vermuten. Eine allgemeine Lernfunktion, die zum Erlernen von Bewegungen, Sprache usw. geeignet ist, lehnt Chomsky ausdrücklich ab.

Zwei Aspekte des Satzes (1) sollen hier kritisch beleuchtet werden. Zunächst der Aspekt der Reize. Chomskys Aussage ist zunächst nur eine Behauptung. Es ist prinzipiell möglich, mit Messinstrumenten alle optischen, akustischen, taktilen usw. Reize exakt zu erfassen, die ein Individuum während seiner Entwicklung erhält. Ob ein solcher Versuch auf Grund der Beeinträchtigung für die Versuchsperson ethisch vertretbar ist, steht hier nicht zur Diskussion. Das Problem an der Behauptung ist ein anderes: Chomsky geht von einer Identität der Sinnesreize mit den Phänomenen im Bewusstsein desjenigen aus, der die Reize empfindet. Reiz und subjektives Phänomen gleichzusetzen ist ein Kategorienfehler.

Der zweite Aspekt ist das Problem der Erfassbarkeit eines internen Zustands. Aus der Reizpräsentation kann nicht notwendig auf die Vorgänge im Subjekt geschlossen werden. Chomsky geht von diskreten Zuständen  $S_i$  aus, ohne anzugeben, wie diese erfasst werden sollen. Denn genau hier liegt ein Problem der Psychologie: Für interne Zustände, von denen Chomsky annimmt, dass es sie gibt, ohne dass er erklärt, wie sich diese diskretisieren lassen, ist nicht klar, wie sie erfasst werden sollen. Möglicherweise lässt sich eines Tages die momentane Gesamtkonfiguration aller Synapsen in einem menschlichen Gehirn erfassen (quasi die »Hardwarekonfiguration«) sowie das Aktionspotential aller Neuronen (analog der Zustand der ablaufenden »Software«), mit denen sie in diesem Moment feuern. Visionäre der KI wie Raymond Kurzweil (geboren 1948) gehen davon aus, dass Konfiguration der Synapsen und Aktivitätspotential identisch sind mit dem, was das Gehirn im Moment der Aufnahme denkt, allen Erinnerungen, Emotionen etc. Kurzweil geht in »The Age of Intelligent Machines« [Kurzweil 1990] sogar so weit, die Möglichkeit einer Übertragung dieser Informationen in einen Computer vorherzusagen, womit die menschliche Seele im Computer unsterblich werden soll. Es handelt sich um eine reduktionistische Theorie des Geistes: Er wird auf phy-

sikalische Vorgänge im Gehirn reduziert. Eine sehr formale, vollständig in der Physik begründete Theorie des Geistes skizziert bspw. der Physiker und Mathematiker Roger Penrose in [Penrose 1989]. Dafür fährt er schwere Geschütze auf: Ihm zufolge muss diese Theorie aus Quantenmechanik und Gravitationstheorie hervorgehen. Der möglicherweise (!) irgendwann messbare *neuropsychologische* Zustand ist aber von einer anderen Kategorie als der *phänomenologische*. Oder anschaulicher ausgedrückt: Wenn man den Kopf eines Menschen chirurgisch aufschneidet und das Gehirn betrachtet, sieht man nicht die Bilder, die in ihm gespeichert sind. Auch hier liegt also ein Kategorienfehler vor.

### Fodors Argument gegen induktives Konzeptlernen

In einem seiner Beiträge zur Debatte, der unter dem Titel »Fixation of Belief and Concept Acquisition« steht [Piattelli-Palmarini 1980, S. 143-149], unternimmt Fodor den Versuch, für eine Theorie des induktiven Konzeptlernens grundsätzlich ihre Falschheit nachzuweisen. Dieser Nachweis beschränkt sich nicht auf das konstruktive Lernen von Sprache. Die folgende Darstellung der Argumentation stützt sich auf die Darstellung in [Piattelli-Palmarini 1994, S. 330f]. Angenommen, eine Versuchsperson (z.B. ein Mensch) soll das Konzept »miv« (Kunstwort) lernen. Abbildung 4.1 veranschaulicht das Beispiel.

**Ziel des Lernprozesses** könnte z.B. sein:  $Y = \text{miv} = \text{quadratisch} + \text{schräffiert}$ .

**Hypothese** Während des induktiven Lernprozesses müssen Hypothesen gebildet werden. Die korrekte Hypothese ist der folgende Satz: *X ist ein Beispiel dann und nur dann, wenn X vom Typ Y ist.*

**Annahme 1** Die Versuchsperson verfügt bereits über die Konzepte *quadratisch* und *schräffiert*, aber noch nicht über die Konjunktion *quadratisch+schräffiert* (Stufe 1).

**Annahme 2** Die Versuchsperson konstruiert ein vorläufiges neues Konzept Y und probiert es auf den zur Verfügung stehenden Beispielen aus. Y ist noch nicht *miv* (Stufe 2).

**Schluss** Die Versuchsperson kommt zum dem korrekten Schluss, dass Y wie folgt lauten muss:  $\text{miv} = \text{quadratisch} + \text{schräffiert}$  (Stufe 3).

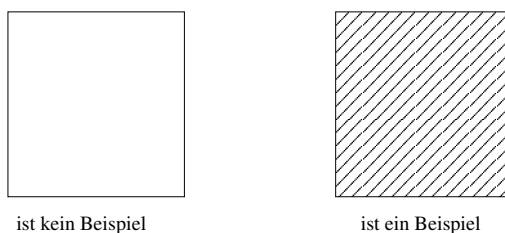


Abbildung 4.1: Veranschaulichung für Fodors Argument

Fodors Aussage für dieses Beispiel ist, dass wenn die Sprache auf Stufe 3 wirklich um einen neuen Begriff reicher ist als auf den Stufen 1 und 2, dieser Übergang nicht durch Lernen, nicht durch Induktion zustande gekommen sein kann. Um diese Aussage zu beweisen, argumentiert Fodor, dass die Versuchsperson während des Lernens irgendwann einmal die Hypothese formulieren muss, dass *Y* für alle *mivs* und nur für sie gültig ist. In diesem Beispiel waren das alle schraffierten Quadrate. Die Versuchsperson kann das aber nur, wenn es das Konzept *miv* bereits hat. Die Sprache kann auf Stufe 1 also nicht wirklich ausdruckschwächer sein als auf Stufe 3. Sie muss von Anfang an mindestens so ausdrucksstark sein wie die ausdrucksstärkste Sprache, die wir überhaupt erwerben. Allgemeiner formuliert: Formal-logische Systeme einer bestimmten Stärke können nicht aus schwächeren entwickelt werden. Dieses Vorgehen ist aber für Piagets Stufenmodell vonnöten. Spätestens mit diesem Argument waren induktive Lerntheorien für die Nativisten in der Debatte nicht mehr glaubwürdig.

Eigentlich trifft dieses Argument Piaget aber gar nicht. Fodors Argument richtet sich gegen einen ausschließlichen Induktivismus wie in der Lerntheorie, die dem Assoziationsmodell folgt. Der Behaviorismus geht von ausschließlich induktivem Lernen (mit Verstärkung) aus (vgl. Abschnitt 2.3.6). Fodor scheint bei seinem Argument gegen Piagets Entwicklungstheorie vergessen zu haben, dass Piaget mit ihm und Chomsky in der Ablehnung des Behaviorismus übereinstimmt. Piaget ist kein Induktivist. Während der Entwicklung eignet sich Piaget zufolge das Kind allgemeine Schemata an. Beim Übergang von einer Entwicklungsstufe zur nächsten werden die vorhandenen Schemata die Basis neuer Schemata, die auf ihnen aufbauen. Es werden also nicht einfach immer neue Assoziationen hinzugelehrt. Stattdessen werden allgemeine abstrakte Operationen erworben, die auf der nächsten Stufe die Grundlage neuer Operationen sind.

### Auswirkung einer Querschnittslähmung

Monod nennt ein weiteres Argument gegen eine sensomotorische Grundlage des Spracherlernens: Würde das Erlernen der Sprache aus dem sensomotorischen Apparat resultieren, so müssten querschnittsgelähmt geborene Kinder große Schwierigkeiten mit dem Spracherwerb haben [Piattelli-Palmarini 1980, S. 140f]. Das ist ganz offensichtlich nicht der Fall. Inhelders ziemlich vage Antwort darauf ist, dass sehr wenig sensomotorische Erfahrung zum Spracherwerb ausreicht. Daraufhin stellten Monod und Fodor die provokative Frage, wie dann überhaupt noch zwischen Lernen und einem auslösenden Reiz im Sinne der Ethologie<sup>7</sup> unterschieden werden könne. Die Fragesteller unterstellten durch die rhetorische Frage, dass es sich eben nicht um (konstruktives) Lernen sondern nur um die Auslösung ohnehin angebotener Verhaltensweisen handele. Wie so oft war Monods Argument zugunsten der Nativisten

<sup>7</sup>Die Ethologie bezeichnet im deutschsprachigen Raum traditionell die klassische vergleichende Verhaltensforschung. Anfang des 20. Jahrhunderts hatte Oskar Heinroth festgestellt, dass bestimmte Bewegungsabläufe (z.B. bei der Balz) von Tieren der gleichen Spezies und des gleichen Geschlechts immer gleich ausgeführt werden. Heinroth und nach ihm Konrad Lorenz schlossen daraus auf eine genetische Veranlagung instinktiver Bewegungen (Instinktkonzept).

kein Argument *für* den Nativismus, sondern eines *gegen* Piagets Konstruktivismus.

## 4.7 Angeborene Funktion zum Spracherwerb

Ob und ggf. wie linguistische Prinzipien fest im Gehirn verankert sind, stellt die Forscher vor grundsätzliche Probleme. Über die Arbeitsweise des humanoiden visuellen Kortex ist deshalb so viel bekannt, weil er bei allen höheren Säugetieren ähnlich aufgebaut ist. Eingehend wurden Versuche insbes. mit Katzen und Affen durchgeführt, u.a. auch mit direkt im Gehirn implantierten Sensoren. Von diesen Forschungsergebnissen, pathologischen Untersuchungen menschlicher Gehirne und Computersimulationen wurde dann auf die Funktionsweise z.B. von orts- und größeninvarianter Objekterkennung beim Menschen geschlossen [O'Reilly&Munakata 2000]. Für die Beantwortung der Frage, ob der Spracherwerb bereits zum Zeitpunkt der Geburt im Gehirn angelegt ist, scheidet diese Herangehensweise aus, da Tiere nicht über eine abstrakte Sprache verfügen, folglich Untersuchungen an tierischen Gehirnen zu dieser Frage sinnlos sind. Chomsky geht auf dieses Problem in [Piattelli-Palmarini 1980, S. 49] ein:

»Part of the intellectual fascination of the study of language is that it is necessary to devise complex arguments to overcome the fact that direct experimentation is rarely possible.«

Seine Schlussfolgerung ist also, dass sich durch den ausschließlich indirekten Zugang notwendig komplexere Argumente ergeben bzw. zu rechtfertigen sind.

Um in der Diskussion glaubhaft zu bleiben, müssen die Nativisten – trotzdem ihnen der direkte empirische Zugang zu menschlichen Gehirnen aus ethischen Gründen verwehrt bleibt – Beweise oder wenigstens Hinweise für ihre These vorlegen, dass komplexe Grammatik, wie Chomsky sie formalisiert hat, schon zum Zeitpunkt der Geburt im menschlichen Gehirn angelegt ist. Drei dieser Argumente sollen im folgenden dargestellt werden.

Monod führt in [Monod 1970, S. 122] mit Verweis auf die Arbeiten von Eric H. Lenneberg [Lenneberg 1967] das folgende Argument an: »Die Vorstellung, dass der ursprüngliche Spracherwerb an einen epigenetischen Entwicklungsprozess gebunden ist, wird durch die anatomischen Gegebenheiten bestätigt. Es ist nämlich bekannt, dass die Reifung des Gehirns sich nach der Geburt vollzieht und mit der Pubertät endet. Hauptsächlich scheint diese Entwicklung in einer beträchtlichen Zunahme der Schaltungen zwischen kortikalen Neuronen zu bestehen. Während der beiden ersten Lebensjahre verläuft dieser Prozess sehr schnell und wird anschließend langsamer. Er setzt sich (sichtbar) nicht über die Pubertät hinaus fort und deckt sich folglich mit der ›kritischen Periode‹, in welcher der ursprüngliche Spracherwerb möglich ist«. Monod meint, es sei von dieser Erkenntnis aus nur ein weiterer kleiner Schritt notwendig, um den Gedanken anzuerkennen, dass Spracherwerb beim Kind nur deshalb so unerklärlich spontan erscheine, weil es einen vererbten Entwicklungsprozess gebe, »dessen eine Funktion es ist, Sprache aufzunehmen« [Monod 1970, S. 122]. Er schließt also aus einem Mangel an anderen Erklärungsmöglichkeiten durch ein Lernverfahren darauf, dass das

Erlernen der Sprache durch fest angeborne Strukturen im Gehirn ermöglicht werde. Wenn ein Teil der Komplexität der Sprache bereits im Gehirn veranlagt ist, ist weniger zu lernen und so kann das Lernverfahren auch einfach sein. Das Problem, das Erlernen der Sprache zu erklären, wird hier also so gelöst, dass das Lernen (teilweise) »wegekürzt« wird.

Chomsky argumentiert in [Chomsky 1993, S. 12] ähnlich wie Monod:

»Eine menschliche Sprache ist ein System von bemerkenswerter Komplexität. Eine menschliche Sprache zu erlernen, wäre für ein Wesen, das nicht eigens für diese Aufgabe geschaffen ist, eine außerordentliche geistige Leistung. Von einem normalen Kind wird diese Aufgabe bereits bei relativ geringem Sprachkontakt auch ohne besonderen Unterricht gemeistert. Mühelos kann es mit Hilfe einer komplexen Struktur von spezifischen Regeln und leitenden Prinzipien seine Gedanken und Gefühle anderen mitteilen und bei ihnen neue Ideen und nuancierte Wahrnehmungen und Urteile hervorrufen.«

Das Argument besteht aus zwei Teilen: Zunächst wird die Kompliziertheit von Sprache betont. Angesichts der Ausdrucksmöglichkeiten und Vielzahl grammatischer Konstruktionen besteht an dieser Kompliziertheit wohl kein Zweifel. Im zweiten Teil des Arguments wird wieder nur indirekt für den Nativismus argumentiert, indem ein rein konstruktives Lernen im Piagetschen Sinne als Möglichkeit bezweifelt wird (»außerordentliche geistige Leistung«). Chomsky schenkt der Aussage, dass sich universale Spracheigenschaften wie Strukturabhängigkeit, das Projection Principle usw. auf sensomotorischen Stufe Fähigkeiten des Kindes fußen, keinen Glauben. Er ist überzeugt, dass sie bereits im Zustand  $S_0$  angelegt sein müssen [Piattelli-Palmarini 1980, S. 45]. Auf dieser Ansicht fußen all seine Aussagen, ohne ein weiteres Mal explizit darauf zurückzukommen. Monod formuliert diesen Standpunkt in [Monod 1970, S. 135] in enger Anlehnung an Chomskys Meinung:

»Wenn das Verhalten Elemente enthält, die durch Erfahrung erworben wurden, so wurden sie nach einem *Programm* erworben, das seinerseits angeboren, das heißt genetisch festgelegt ist. Das Lernen wird durch die Struktur des Programms hervorgerufen und gelenkt; damit wird der Lerninhalt in eine feststehende »Form« eingebracht, die durch das Erbgut der Art festgelegt ist. Auf diese Weise müsse man zweifellos auch den Prozess des ursprünglichen Spracherlernens beim Kinde deuten. Es gibt keinen Grund zu der Annahme, dass es sich mit den Grundkategorien der Erkenntnis beim Menschen nicht genauso verhält [...]«

Für Monod sind also auch die Grundkategorien veranlagt und nicht gelernt.

Die bisher genannten Argumente beziehen sich zunächst auf die Frage, wie Sprache trotz ihrer Komplexität *überhaupt* gelernt werden kann. Weitere faszinierende Dimensionen sind Geschwindigkeit und Art und Weise mit der Kinder Sprache erlernen. Diese Besonderheiten werden von den Nativisten als weiteres Argument für das Vorhandensein angeborener Fähigkeiten, die den Spracherwerb vereinfachen, angeführt. So äußert Monod in [Monod 1970, S.

12.1]: »Wenn der Spracherwerb des Kindes uns unerklärlich vorkommt, dann liegt das – wie [Lennebergs] Untersuchung in unwiderstehlicher Weise nahe legt – daran, dass er seiner Natur nach von einem regelrechten Erlernen eines Systems formaler Regeln völlig verschieden ist [Lenneberg 1967]. Das Kind erlernt keine Regel, es versucht keineswegs, die Sprache der Erwachsenen nachzuahmen. Man könnte sagen, dass es davon nimmt, was ihm in jedem Stadium seiner Entwicklung entspricht. Im ersten Stadium (mit etwa 18 Monaten) hat das Kind einen Vorrat von ungefähr 10 Wörtern, die es einzeln benutzt, ohne sie aber jemals, auch nicht auf dem Wege der Nachahmung, miteinander zu verbinden. Später verknüpft es erst zwei, dann drei Wörter usw. nach einer Syntax, die ebenfalls keine bloße Wiederholung oder Nachahmung der Erwachsenensprache ist. Dieser Prozess scheint allgemein gültig zu sein, und die Zeitfolge ist für alle Sprachen die gleiche. Dem erwachsenen Beobachter kommt es immer unglaublich vor, mit welcher Leichtigkeit das Kind (nach dem ersten Jahr) innerhalb von zwei bis drei Jahren durch dieses Spiel die Sprache zu beherrschen lernt.« Die sich daran anschließende Argumentation hat folgenden Kerngedanken: Wenn die Kinder beim Spracherwerb keine Regeln erlernen und die Erwachsenen auch nicht in ihrem Sprachverhalten nachahmen (vgl. behavioristische Theorie des Spracherlernens in Abschnitt 2.3.6), der erlernten Sprache aber die von Chomsky gefundenen Regeln zugrunde liegen, so müssen diese Regeln angeboren sein.

#### 4.8 Spekulativer Nativismus

Piaget formuliert seinen Standpunkt gegenüber Chomskys universaler Transformationsgrammatik in [Piaget 1970a, S. 88], zitiert nach [Linser 1992, S. 237f] wie folgt:

»Der große Linguist Noam Chomsky hat durch seine Kritik der Skinnerschen Interpretationen der Psychologie einen großen Dienst erwiesen, indem er die Unmöglichkeit des Spracherwerbs nach einem von den Behavioristen oder Assoziationisten angepriesenen Modell nachwies. Er schloss daraus jedoch, dass unter den Transformationen seiner ›generativen Grammatik‹ ein ›angeborener Kern‹ verborgen sei, der gewisse Strukturen, wie etwa die Subjekt-Prädikat-Beziehung, festlegt. Wenn es schon schwer ist, biologisch die Ausbildung der zerebralen Zentren zu erklären, die den Spracherwerb ermöglichen, wird diese Aussage noch viel komplizierter, wenn sie nicht nur die Möglichkeit zum Erwerb, sondern sogar die Grundformen der Sprache und der Vernunft erklären sollen. Vom psychologischen Gesichtspunkt aus ist diese Hypothese außerdem überflüssig, denn, obschon Chomsky zu Recht die Sprache auf die Intelligenz abstützt und nicht umgekehrt, genügt dazu die sensomotorische Intelligenz, deren Strukturen dem Wort vorangehen; und diese setzt bereits einen nervlichen Reifungsprozess voraus, der durch Äquilibrationen geregelt wird, durch fortschreitende Koordinationen und Autoregulationen...«

Man kann die Kontroverse auch so verstehen, dass Chomsky und Piaget sich in der Antwort auf die Frage unterscheiden, wie weit die Wurzeln logischer Notwendigkeit bezogen auf den Umfang angeborener Fähigkeiten reichen<sup>8</sup>. Am Beispiel von Chomskys formaler Entwicklungstheorie zeigt sich dies recht deutlich. Piaget wählt seine Hypothesen stets möglichst sparsam in Hinblick auf den Umfang dafür notwendig angeborener Fähigkeiten. Typische Argumente, begründet mit dem Sparsamkeitsprinzip, hat Piaget in seinem Eröffnungsvortrag zur Debatte dargestellt (vgl. Kapitel 4.6 über die Frage der Notwendigkeit eines angeborenen »fixed nucleus«). Chomskys Entwicklungshypothese ist von bestechender Einfachheit und Klarheit – wenigstens für solche Menschen, die sich in formalen Gefilden wohl fühlen. Dieselbe Aussage gilt für seine Theorie der generativen Transformationsgrammatik. Die Einfachheit der Entwicklungshypothese wird aber erkaufte um den Preis der Annahme weitreichender angeborener Fähigkeiten. Was bei Piaget sein Stufenmodell umfangreich und kompliziert macht, mit Mechanismen wie Selbstregulation, Dezentrierung, Assimilation und Akkomodation, die er zur Erklärung der Übergänge von einem Stadium zum nächsten, von einer Stufe auf die nächst höhere benötigt, wird bei Chomsky als angeboren angenommen und in den Zustand  $S_0$  verlagert.

---

<sup>8</sup>Piattelli-Palmarini im Nachwort zu den beiden einleitenden Vorträgen von Chomsky und Piaget [Piattelli-Palmarini 1980, S. 52].

## 5 Fazit

### 5.1 Aktueller Stand der Wissenschaften

Die Debatte zwischen Piaget und Chomsky fand 1975 statt. Seitdem sind 30 Jahre vergangen. Bildgebende Verfahren haben der Hirnforschung in den 1980er und 1990er Jahren ganz neue Möglichkeiten eröffnet. Weil es 1975 diese Untersuchungsmöglichkeit noch nicht gab, konnten die Ergebnisse dieser Untersuchungen auch nicht in die Debatte zwischen Piaget und Chomsky einfließen. Auch die Simulationen, die durch den enormen Leistungszuwachs der Computer in den letzten 20 Jahren möglich wurden, haben die Entwicklung neuer Theorien über die Informationsverarbeitung im Gehirn maßgeblich vorangebracht. Das Forschungsgebiet der Computational Neuroscience verweist schon im Namen auf die Verwendung von Rechnern: Theorien über die Verarbeitung von Sinnesreizen können am Computer überprüft werden, indem ganze Netze von Neuronen inklusive ihrer biologischen Eigenschaften sehr detailgetreu im Computer simuliert werden [O'Reilly&Munakata 2000]. Auch die Neurochirurgie hat sich seit 1975 weiterentwickelt. Die Untersuchungen des visuellen Kortex bei Katzen und verschiedenen Affenarten haben das Verständnis um die Funktionsweise des menschlichen Gehirns und Funktionen, die sich erst nach der Geburt ausbilden, weit vorangebracht.

Diese Arbeit hat ihren Focus auf der Debatte zwischen Piaget und Chomsky und sie fragt für die Argumente vor allem nach ihren philosophischen Aspekten. Aus diesen Gründen kann sie keinen erschöpfenden Überblick über den aktuellen Stand der Forschung liefern. Jedoch soll ein Ausblick gewagt werden, in dem auf einige ausgewählte neuere Forschungsergebnisse eingegangen wird. Die Frage, welche Fähigkeiten angeboren und welche erlernt sind, lässt sich auch heute noch nicht abschließend beantworten. Jüngere Erkenntnisse aus Neurophysiologie und Linguistik weisen aber auf angeborene kognitive Merkmale hin, die über das hinausgehen, was Piaget zu akzeptieren bereit war. Einerseits liefern neurophysiologische Untersuchungen über Spiegelneuronen und linguistische Studien an bestimmten Volksgruppen Hinweise auf ein Angeborenein von Sprache in einem Ausmaß, wie Piaget es bestritten hätte. Piattelli-Palmarini zieht aus den neueren Untersuchungen den Schluss, dass Piaget bei der Debatte im Unrecht gewesen ist und »das Pendel in Richtung Nativismus« ausschlägt [Piattelli-Palmarini 1994]. Andererseits zeigen Autoren wie Edelman, dessen Standpunkt in dieser Arbeit vor allem im Kontrast zu Chomskys Grundannahmen dargestellt wurde, dass kognitivistische Theorien wie eben die von Chomsky grundlegende Probleme aus ihrem Ansatz heraus haben: Das gesamte Theoriemodell steht auf einem Fundament aus Hypothesen, die kaum durch Evidenzen belegt sind.



## 5.2 Spiegelneuronen

Im Jahr 1991 wurden durch einen Zufall in einem Laboratorium der Universität Parma die »Spiegelneuronen« entdeckt. Einige Jahre zuvor hatte ein Team um den italienischen Humanphysiologen Giacomo Rizzolatti bei der Untersuchung der Affenart der Makaken eine spezielle Neuronenart im prämotorischen Kortex entdeckt, der Hirnregion, die Bewegungen plant und steuert. Bekannt war bereits, dass es sich um hochspezialisierte Zellen handeln muss, weil sie nur bei zielorientierten Bewegungsabläufen feuerten, z.B. wenn sie einen Gegenstand zum Maul führten. Die Aktivität der Neuronen wurde durch implantierte Mikroelektroden schmerzfrei direkt im Gehirn gemessen. Aus ethischen Gründen können diese Versuche nicht an menschlichen Gehirnen durchgeführt werden. Nicht bekannt war, wie weit die Spezialisierung geht: Feuert ein solches Neuron bereits beim Greifen nach dem Gegenstand oder hängt es von der Größe und Form des Gegenstands ab? Vittorio Gallese, Professor für Humanphysiologie ebenfalls an der Universität Parma, fand 1991 heraus, dass die Neuronen auch dann feuern, wenn der Affe die Bewegung gar nicht selbst ausführt sondern wenn er einen anderen Affen oder den Experimentator bei derselben Aktion beobachtet. Gallese schreibt dazu in [Gallese 1998] (dt. Übersetzung aus [Markl 2001]):

»Diese Neuronen unterscheiden sich, was die Fähigkeit betrifft, Bewegungen zu steuern, nicht von anderen Neuronen in dieser Region, reagieren aber völlig anders auf visuelle Eingabesignale. Spiegelneuronen werden nicht schon dadurch aktiviert, dass ein Objekt beobachtet wird, sondern erst, wenn ein Handelnder – ein anderer Makake oder ein Mensch – eine zielgerichtete Bewegung mit dem Objekt ausführt. Der bloße Anblick des Objekts oder des Handelnden allein löst keine Reaktion aus. Wenn man einen Bewegungsablauf ohne das Objekt nur vorspielt oder ihn von einem Automaten durchführen lässt, bleiben diese Spiegel-Neuronen inaktiv. Die Beobachtung der Handlung eines anderen Individuums erregt in den Neuronen des Beobachters aber dasselbe Erregungsmuster, wie wenn er die Handlung selbst ausgeführt hätte.«

In weiteren Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass die Neuronen sogar feuern, wenn der Affe nur den Anfang einer bereits bekannten Handlung sieht und sich ihren weiteren Ablauf vorstellen kann<sup>1</sup>.

In einem neueren Papier aus dem Jahr 2005 argumentiert Gallese zusammen mit George Lakoff, Professor für Linguistik an der University of California in Berkeley, in Richtung von Piagets Standpunkt. Die zunächst philosophische Frage, wo im Gehirn konzeptuelles Wis-

<sup>1</sup>Das Hamburger Wochenmagazin DIE ZEIT berichtet in der Ausgabe 30/1998 über Untersuchungen an Makaken, in denen Affen den Beginn einer Verbeugung des Experimentators sehen, der Experimentator aber nur beim ersten Teil der Bewegung sichtbar ist und danach unter einem Tisch verschwindet. Hier feuert die gleiche Zelle, die auch bei einer komplett sichtbaren Verbeugung feuert. Im Artikel wird aus diesem Verhalten der Schluss gezogen, dass sich der Affe den Rest der Verbeugung vorstellt und die Zelle deshalb aktiv ist [DIE ZEIT 30/1998].

sen<sup>2</sup> repräsentiert ist, teilt er in zwei Aspekte auf: Wo und wie? Die Konzepte, mit denen wir täglich umgehen, sind interindividuell weitgehend einheitlich und verhältnismäßig stabil. Deshalb wurden sie lange als getrennt von den »niederen« sensorischen und motorischen Funktionen betrachtet. Gestützt auf neurophysiologische Untersuchungen, Computersimulationen und Ergebnisse aus der kognitiven Linguistik vertreten sie die Auffassung, dass das sensomotorische Zentrum im Gehirn durchaus die richtige Struktur und die richtigen Eigenschaften besitzt, um konzeptuelles Wissen zu speichern [Gallese 2005].

### 5.3 Kreolensprachen

Der Linguist Derek Bickerton von der Universität von Hawaii nimmt in einem Aufsatz [Spektrum Dossier 1/2000, S. 79-87] ausdrücklich Bezug auf Chomskys Universalgrammatik. Bickerton hat die sog. Kreolensprachen untersucht, eine Sprachfamilie, die weltweite Verbreitung hat. Die Kreolensprachen entstanden fast alle auf einsamen tropischen Küstenstrichen oder Inseln, wo die Kolonialmächte Landwirtschaften auf der Grundlage billiger eingewanderter Arbeitskräfte errichtet hatten. Gefunden wurde diese Sprachfamilie u.a. auf Hawaii, den Karibischen und Kapverdischen Inseln, den Seychellen, auf Mauritius, auf den malayischen Inseln und Neuguinea.

Weil die Kolonien weit voneinander entfernt liegen, weist Bickerton darauf hin, dass sich die Kreolensprachen unabhängig voneinander entwickelt haben müssen. Seiner Theorie zufolge mussten die Einwanderer oder Sklaven, die z.T. von unterschiedlichen Kontinenten stammten, eine lingua franca zur Kommunikation untereinander entwickeln, sodass z.B. Sklaven afrikanischer Herkunft mit solchen aus Indien kommunizieren konnten. Die Vertreter der Kolonialmacht stellten in der Bevölkerung der Kolonie selten mehr als einen Anteil 20 Prozent, meistens sogar weniger als 10 Prozent. Zudem war die Gesellschaft in den Kolonien stark geschichtet, sodass sich die Sprache der Kolonialherren nicht durchsetzen konnte.

Bei seinen Untersuchungen hat Bickerton festgestellt, dass sich unter den Einwanderern der ersten Generation jeweils eine sehr einfache rudimentäre Sprache, das sog. Pidgin entwickelt. Pidgin verwendet von den Verben stets nur die Infinitive und kennt keine Kasus für die Substantive. Es gibt keine feste Grammatik für den Satzbau, vielmehr variiert z.B. die Stellung des Prädikates im Satz je nach Herkunft des Sprechers. Auf Hawaii sind Verben und Substantive dem Englisch der Kolonialmacht entlehnt, ohne jedoch die Grammatik oder auch nur Flexionen der Verben von dort zu übernehmen. Aus dieser wenig entwickelten Sprache bildet sich in der nächsten Einwanderergeneration ein Kreolisch, das deutliche strukturelle Unterschiede zum ursprünglichen Pidgin aufweist.

Das folgende Beispiel soll Pidgin und Hawaii-Kreolisch illustrieren. Der Satz stammt aus einer Untersuchung von Bickerton auf Hawaii. In eckigen Klammern steht die englische

---

<sup>2</sup>»Konzept« ist der kognitionspsychologische Begriff für die kognitiven Repräsentationen der Arten von Dingen, also den Kategorien. Konzepte können Arten von Gegenständen sein (z.B. Bälle), Arten von Ereignissen (z.B. Gehen, Sprechen) oder Arten lebender Organismen (z.B. Pferde) [Zimbardo 1988, S. 310].

Version von bestimmten einheimischen Wörtern.

*Pidgin*: No, the men, ah-pau [finished] work – they go, make garden. Plant this, ah cabbage... like that. Plant potato, like that. And then – all that one – all right, sit down. Make lilly bit story.

*Hawaii-Kreolisch*: When work pau [is finished] da guys they stay go make [are going to make] garden for plant potato an' cabbage an' after little while they go sit down talk story [»shoot the breeze«].

*Deutsch, sinngemäße Übersetzung*: Wenn die Arbeit beendet ist, gehen die Männer in den Garten, um Kartoffeln und Kohl anzubauen und nach einer Weile setzen sie sich und unterhalten sich.

Bickerton hat herausgefunden, dass sich Kreolensprachen in ihrer Grammatik weltweit gleichen [Bickerton 1990]. Auf dieser Grundlage vermutet er, dass der Erwerb einer Erstsprache durch einen angeborenen Mechanismus vermittelt wird. Jedoch ist dieser Mechanismus nicht, wie Chomsky vermutet eine Universalgrammatik. Statt das Kind mit einer Auswahl von grammatischen Modellen zu versorgen, würde dieser Mechanismus dem Kind eine einzige und recht spezifische Grammatik vorgeben. Unterstützt sieht er sich darin durch die Untersuchungen von Daniel Isaac Slobin an Kreolensprachen und Kindergrammatiken [Slobin 1973], zwischen denen er Ähnlichkeiten herausgefunden hat, die darauf schließen lassen, dass solch eine spezifische angeborene Grammatik existiert. Insgesamt können diese Erkenntnisse aber als Indizien für eine angeborene Grammatik genommen werden.

## 5.4 »Das Pendel schwingt in Richtung Nativismus...«

Massimo Piattelli-Palmarini, der den Tagungsband der Debatte von 1975 herausgab, fasst seine Gedanken über die Debatte im Rückblick aus dem Jahr 1994 in einem Aufsatz unter dem Titel »Ever since language and learning: afterthoughts on the Piaget-Chomsky debate« zusammen [Piattelli-Palmarini 1994]. Seiner Ansicht nach ist in den bis dahin vergangenen knappen 20 Jahren das Pendel weg von Piagets Konstruktivismus und hin zum Nativismus geschwungen. Angeborene sprachspezifische Fähigkeiten heute noch in ihrer Existenz zu negieren heiÙe, sich den Erkenntnissen der modernen Wissenschaft zu verschließen: »Doubting that there are language-specific innate computational capacities today is a bit like being still dubious about the very existence of molecules, in spite of the awesome progress of molecular biology« [Piattelli-Palmarini 1994, S. 335]. Piattelli-Palmarini macht den Versuch, anhand einer Reihe aktueller Forschungsergebnisse (das Quellenverzeichnis des Aufsatzes umfasst etwa 100 verschiedene Verweise auf Literatur) Piagets Stufenmodell als ganzes zu falsifizieren. Seine Aussage ist, dass es keine ganzheitlichen körperlich wie mental gleichartig wirkenden Prinzipien wie die von Piaget postulierte Autoregulation etc. gibt und stellt damit den Holismus, wie Piaget ihn seinen Theorien zugrunde legt, an sich in Frage. Ein solcher Ansatz

sei nicht für akkurate Forschungsergebnisse geeignet. Körper und Geist können nicht mit denselben Methoden untersucht werden.

## 5.5 Kritik an Kognitivismus und Funktionalismus

### Gerald M. Edelman

Gerald Maurice Edelman vertritt grundsätzlich die Auffassung, dass sich menschlicher Geist nicht ohne die Biologie verstehen lasse. In [Edelman 1992, S. 34] fasst er seine Kritik am Kognitivismus, auf dem Chomsky seine Lerntheorie aufbaut, wie folgt zusammen:

»Der Kognitivismus beruht, das sei nicht verschwiegen, auf einer Reihe ungeprüfter Voraussetzungen. Er bezieht sich, und das ist einer seiner merkwürdigsten Mängel, nur am Rande auf die biologischen Grundlagen, die den Mechanismen zugrunde liegen, die zu erklären er sich bemüht. Damit wird er ebenso unwissenschaftlich wie der Behaviorismus, den er doch ersetzen sollte. Die meisten Kognitivisten nehmen die entscheidenden Fehler, die dieser Unwissenschaftlichkeit zugrunde liegen, ebenso wenig wahr, wie Forscher vor Einstein nicht die Relativität und vor Kopernikus nicht den Heliozentrismus bemerkten.«

Chomskys Theorie des Lernens steht also auf einem ziemlich wackeligen (weil ungeprüften) Fundament. Sollte sich herausstellen, dass eine oder mehrere der angenommenen Voraussetzungen nicht stimmen, gerät das gesamte Theoriegebäude ins Wanken. Kritiker wie Edelman greifen ihn deshalb genau an dieser Stelle an. Er argumentiert in [Edelman 1992, S. 329] von der Evolutionsbiologie her:

»Eine Analyse von Evolution, Entwicklung und Gehirnstruktur macht es höchst unwahrscheinlich, dass das Gehirn eine Turingmaschine ist. [... Es gibt] im Gehirn auf vielen Organisationsebenen im einzelnen große strukturelle Schwankungen. Wenn man bedenkt, wie sich das Gehirn entwickelt, liegt der Schluss nahe, dass jedes Gehirn höchst variabel ist. Schon eine einfache Rechnung zeigt, dass das Genom eines Menschen [...] nicht ausreicht, um die synaptische Struktur des sich entwickelnden Gehirns genau festzulegen.«

Er meint im Gegensatz zu Piattelli-Palmarini, dass Geist – wenn überhaupt – dann nur holistisch mit der Biologie im Bunde verstanden werden könne.

### John Searle

John Searle hat den Funktionalismus mit dem Gedankenexperiment des chinesischen Zimmers [Searle 1980, S. 227f] kritisiert, indem er zu zeigen versuchte, dass die regelhafte Manipulation von Symbolen keineswegs identisch mit dem Verständnis des Bedeutungsinhalts ist, der durch die Symbole ausgedrückt wird. Wenn man sich einen Turingtest vorstellt, in

dem ein Mensch in der zu testenden black box sitzt, der zwar der Sprache (Chinesisch) nicht mächtig ist, in der der Tester mit ihm kommuniziert, aber in seiner black box über eine Bibliothek verfügt, in der alle Regeln zur Symbolmanipulation dieser Sprache verzeichnet sind, so kann er mit ihrer Hilfe korrekte Antworten auf alle Anfragen des Testers geben. Die black box würde den Turingtest bestehen. Vom Inhalt dessen, worüber sich der Tester mit der black box ausgetauscht hat, hätte der Mensch im Innern der black box aber keine Ahnung. Er hat kein Verständnis für die Bedeutungen der verwendeten Symbole. Es fällt schwer, die Tätigkeit, die der Mensch in der black box ausführt, noch als intelligent und verständig im Sinne dessen zu bezeichnen, was wir üblicherweise unter diesen Begriffen verstehen.

## 5.6 Abschließende Bemerkungen

In der Motivation in Kapitel 1.1 wurde versucht, die umfassende Bedeutung der Frage, ob Sprache (wenigstens) teilweise angeboren ist oder erst nach der Geburt erworben wird, darzustellen. Für einige wesentliche Argumente wurde versucht zu zeigen, aus welchen Gedanken heraus sie entstanden sind. Hinter den Argumenten der beiden Protagonisten Piaget und Chomsky standen jeweils ganze Denkschulen. Beide waren Forscher von Weltrang und beide vermochten es, durch ihre brillanten intellektuellen Leistungen und ihr Charisma, eine Vielzahl anderer Forscher zu weiteren wissenschaftlichen Anstrengungen anzuregen.

Eine abschließende Antwort auf die Frage »Angeboren oder erworben?« kann jedoch gerade vor dem Hintergrund der in den letzten Abschnitten dargestellten jüngeren Forschungsergebnisse nicht gegeben werden. Festhalten lässt sich aber, dass die beiden dargestellten Extrempositionen so nicht haltbar sind. Die Antwort wird sich also irgendwo zwischen den beiden Polen »alles angeboren« auf der einen Seite und »alles erworben« auf der anderen finden. Die Kontroverse zwischen diesen beiden Positionen war deshalb nicht nutzlos. Im Gegenteil: Sie hat dazu geführt, dass viele zum Teil sehr grundlegende Fragen darüber aufgeworfen wurden, was einen Menschen ausmacht und wie ein Mensch denkt. Einige dieser Fragen konnten geklärt werden, bei anderen ist man einer Antwort immerhin näher gekommen. Wenn auch die Kernfrage aus dem Titel dieser Arbeit aus den genannten Gründen unbeantwortet bleiben muss, so hoffe ich trotzdem, dem Leser einige Argumente in dieser Debatte erschlossen zu haben.

## 6 Personenregister

<b>A</b>		Fodor, J. A. ....	32, 60
Aquin, T. v. ....	54	Frege, G. ....	17
Augustinus ....	54	Freud, S. ....	11
<b>B</b>		<b>G</b>	
Bacon, F. ....	54	Galilei, G. ....	54
Barsky, F. ....	29	Gallese, V. ....	73
Bell, A. G. ....	1	Galton, F. ....	41
Berlyne, D. ....	12	Gassendi, P. ....	55, 56
Beth, E. W. ....	12	Gonseth, F. ....	12
Bickerton, D. ....	74	Goodman, N. ....	29
Bruner, J. ....	12	<b>H</b>	
Bühler, K. ....	38	Harris, Z. ....	29
Buffon, G. L. ....	3	Harvey, W. ....	13
Burt, C. L. ....	11	Hegel, G. W. F. ....	11
<b>C</b>		Heinroth, O. ....	67
Cannon, W. B. ....	14	Hume, D. ....	41
Carnap, R. ....	17, 29	<b>I</b>	
Churchman, C. W. ....	29	Inhelder, B. ....	60
Cicero ....	55	<b>J</b>	
<b>D</b>		Johnson, M. ....	31
Darwin, C. ....	10	Jung, C. G. ....	11
de Graaf, J. W. ....	51	<b>K</b>	
Doderer, H. v. ....	23	Kant, I. ....	24
Dux, G. ....	27, 60	Kohlberg, L. ....	21
<b>E</b>		Kuhn, T. ....	12
Eco, U. ....	6	Kurzweil, R. ....	35, 65
Edelman, G. M. ....	72, 76	<b>L</b>	
Eigen, M. ....	15	Lakoff, G. ....	31, 73
Engelkamp, J. ....	38	Lamarck, J.-B. ....	10
Engfer, H.-J. ....	53, 55	Leibnitz, G. W. ....	23
<b>F</b>		Lenneberg, E. H. ....	42
Fetz, R. L. ....	16		

---

Libet, B. ....	33	Steinbeck, J. ....	22
Lipps, G. F. ....	11	<b>T</b>	
Locke, J. ....	41, 55	Thorndike, E. L. ....	18
Lorenz, K. ....	67	Turing, A. M. ....	34
<b>M</b>		<b>W</b>	
Marx, O. ....	53	Waddington, C. H. ....	12
Mayr, E. ....	15	Watson, J. B. ....	18
Mersch, D. ....	6	Weiß, P. ....	12
Mersenne, M. ....	56	Wundt, W. ....	11
Mill, J. S. ....	41	Wygotski, L. S. ....	13
Monod, J. ....	15, 36, 60	<b>Z</b>	
<b>N</b>		Zimbardo, P. G. ....	18
Naess, A. ....	12		
Newell, A. ....	32		
<b>O</b>			
Ockham, W. v. ....	53		
<b>P</b>			
Papert, S. ....	12, 19, 27		
Pavlov, I. P. ....	17		
Piattelli-Palmarini, M. ....	15, 75		
Prigogine, I. ....	12		
Protagoras ....	26		
Putnam, H. ....	37		
<b>Q</b>			
Quine, W. v. O. ....	12		
<b>R</b>			
Reymond, A. ....	11		
Riegel, K. ....	51		
Rizzolatti, G. ....	73		
<b>S</b>			
Saussure, F. ....	37		
Schelling, F. W. J. ....	11		
Schottel, J. G. ....	5		
Searle, J. R. ....	34, 76		
Simon, H. ....	32		
Skinner, B. F. ....	18, 70		

## 7 Sachregister

<b>A</b>		Domäne .....	64
Äquilibration .....	11, 14, 63	<b>E</b>	
Akkomodation .....	14, 63	Egozentrismus .....	22
Allgemeine Psychologie .....	58	Empirismus .....	17, 53, 55
Analytische Philosophie .....	1	endliche Automaten .....	59
Animismus .....	23	Epigenese .....	13
Arbitrarität .....	6	Ethologie .....	67
Assimilation .....	13, 20, 63	Expertensystem .....	32
Assoziation .....	17	<b>F</b>	
Assoziationismus .....	70	fixed nucleus .....	61, 63
Assoziationsmethode .....	41	formale Operationen .....	25
Assoziationsmodell .....	18	Funktionalismus .....	37
Aussagenlogik .....	26	<b>G</b>	
Automatentheorie .....	64	Gedächtnis .....	58
Autoregulation .....	15	General Problem Solver .....	32
<b>B</b>		Genese .....	12
Behaviorismus .....	18, 70	Genetik .....	12
Berechenbarkeit .....	34	Genetische Erkenntnistheorie .....	23
Bildgebende Verfahren .....	32	Geschichtsphilosophie .....	62
black box .....	18	Government-Binding-Theorie .....	50
<b>C</b>		Gravitationstheorie .....	65
Cantonese .....	4	<b>H</b>	
Chinesisches Zimmer .....	76	Hawaii .....	74
Chomsky-Hierarchie .....	35, 64	Hierarchisches Sprachmodell .....	4
Computational Neuroscience .....	72	Holismus .....	58
<b>D</b>		Homöostase .....	14
Darwinismus .....	10	<b>I</b>	
Deduktion .....	25	Ideal Language School .....	17
Dekompositionismus .....	58	Induktion .....	66
Determinismus .....	33	induktives Lernen .....	66
Dezentrierung .....	22	Instinktkonzept .....	67
Dialekt .....	4	Intelligenz .....	15
Diskursanalyse .....	29		



Irreversibilität .....	25	<b>N</b>	natürliche Zahlen .....	64
<b>K</b>		Neocartesianismus .....	32	
Künstliche Intelligenz .....	1	Notwendigkeit .....	70	
Kategorienfehler .....	65	Noun Phrase .....	44	
Kindergrammatik .....	75	<b>O</b>		
Kognitionspsychologie .....	58	Oberflächenstruktur .....	44	
Kognitionswissenschaft .....	2, 31	Ockhams Rasiermesser .....	43	
kognitive Projektion .....	23	Onomatopoeia .....	6	
Kognitivismus .....	37, 76	Operation .....	25	
Kolonialmächte .....	74	Operations Research .....	29	
Kolonien .....	74	<b>P</b>		
Kombinatorik .....	20, 26	parole .....	37	
Kompetenz .....	37	Patristik .....	54	
Komplex .....	44	Penrose, R. ....	65	
Konditionierung .....	17	Performanz .....	37	
Konditionierung, instrumentelle .....	18	Phänomen .....	65	
Konditionierung, operante .....	18, 40	Phänokopie .....	11	
konkrete Operationen .....	25	Phonem .....	5	
Konnektionismus .....	18	Phrase .....	44	
Konstituentenanalyse .....	44	Phrasenstrukturgrammatik .....	44	
Konstruktivismus .....	12	Pidgin .....	74	
Kreolsprachen .....	74	Positivismus .....	16, 17	
Künstliche Intelligenz .....	15, 37	prämotorischer Kortex .....	73	
<b>L</b>		präoperatorisches Denken .....	24	
Lamarckismus .....	10	Prepositional Phrase .....	49	
Language Acquisition Device .....	33	Problemlösen .....	58	
langue .....	37	Protokollsätze .....	17	
Lexikon .....	50	Protozoen .....	58	
lingua franca .....	74	Psychogenese .....	16	
Linguistische Universalien .....	5	Psycholinguistik .....	42, 58	
Linguistischer Chauvinismus .....	5	Pubertät .....	64	
<b>M</b>		<b>Q</b>		
Magnetresonanztomografie .....	32	Quantenmechanik .....	65	
Makaken .....	73	Querschnittslähmung .....	67	
Mandarin .....	4	<b>R</b>		
miv .....	66	Rationalismus .....	53	
Muttersprache .....	4	Reduktionismus .....	59, 65	

rekursiv .....	45	<b>U</b>	
Reversibilität .....	25	Universalgrammatik .....	42
<b>S</b>		Universelle Spracheigenschaften .....	5
Satz .....	5	Unterbestimmtheit .....	39
Saugreflex .....	14	Unterdeterminiertheit .....	40
Schema .....	14	<b>V</b>	
Scholastik .....	54	Variablenkontrolle .....	20
Selbstregulation .....	14, 15, 63	Verb Phrase .....	44
Semiotik .....	6	Verhaltensforschung .....	67
sensomotorische Intelligenz .....	23	Visueller Kortex .....	72
Skinnerbox .....	52	<b>W</b>	
Sklassen .....	74	Wahrscheinlichkeitslernen .....	41
Sparsamkeitsprinzip .....	63	Wiener Kreis .....	17
Spiegelneuronen .....	73	Wort .....	5
Sprache .....	4	Wortklassen .....	44
Spracherwerb .....	24	<b>X</b>	
Sprachgebilde .....	38	X-Bar-Syntax .....	50
Sprachpsychologie .....	41	X-Bar-Theorie .....	44
Sprachvielfalt .....	4	<b>Z</b>	
Sprechakt .....	38	Zeichen .....	24
Stadientheorie .....	16	Zentrum für genetische Erkenntnistheorie	12
Stufentheorie .....	16		
Symbol .....	24		
Symbolisches Paradigma .....	31, 37		
Symbolmanipulation .....	31		
Symbolspiel .....	24		
Systemtheorie .....	14		
<b>T</b>			
tabula-rasa-Lehre .....	55		
Theoretische Informatik .....	34		
Thermodynamik .....	15		
Tiefenstruktur .....	44		
TM-Funktionalismus .....	37		
Top-Down-Ansatz .....	37		
Transduktion .....	25		
Transition .....	64		
transitiv/intransitiv .....	51		
Turingmaschine .....	34		

## Abbildungsverzeichnis

1.1	Modelle der Verwandtschaft von Dialekten . . . . .	4
3.1	Plot von abstrakt gegebenen Daten . . . . .	40
3.2	Syntaxbaum eines einfachen Satzes . . . . .	45
3.3	Zwei unterschiedliche Tiefenstrukturen derselben Oberflächenstruktur. . . . .	47
4.1	Veranschaulichung für Fodors Argument . . . . .	66



## Literaturverzeichnis

- [Altwegg 1980] Altwegg, Jürg: »Piaget für die Schule«, Das Konzept 9, Nr. 10, Zürich, Oktober 1980
- [Barsky 1997] Barsky, Robert F.: »Noam Chomsky: A life of dissent«, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997
- [BEO 1997] BEO, (Hrsg.): »Automatisierung in der Forschung – ein Widerspruch in sich?«, Projektträger Biologie, Energie, Ökologie des BMBF, Forschungszentrum Jülich 1997, Internet: [http://www.fz-juelich.de/ptj/datapool/page/499/bio1\\_7.pdf](http://www.fz-juelich.de/ptj/datapool/page/499/bio1_7.pdf)
- [Bickerton 1990] Derek Bickerton: »Language and Species«, University of Chicago Press, 1990
- [Bjork 1993] Bjork, Daniel W.: »B.F. Skinner: a life«, Basic Books, New York 1993
- [Brockhaus] »Brockhaus-Enzyklopädie in 24. Bänden«, 19. völlig neu bearbeitete Auflage, F.A. Brockhaus, Mannheim 1988
- [Bühler 1933] Bühler, Karl: »Die Axiomatik der Sprachwissenschaften«, zuerst erschienen in den Kant-Studien, Bd. 38, 1933, S. 19-90; Nachdruck unter gleichem Titel erschienen bei Vittorio Klostermann, Frankfurt am Main 1969
- [Carnap 1931] Carnap, Rudolph: »Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache«, in »Erkenntnis« 2 (1931), S. 219-241
- [Chomsky 1957] Chomsky, Noam: »Syntactic Structures«, The Hague, Morton 1957
- [Chomsky 1959] Chomsky, Noam: »Review of Verbal Behavior« von B.F. Skinner, in »Language« 35, Nr. 1, S. 26-57, January-March 1959, Nachdruck u.a. in Fodor and Katz (Hrsg.): »The Structure of Language«, Prentice-Hall, New York 1964
- [Chomsky 1965] Chomsky, Noam: »Aspects of the Theory of Syntax«, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1965, dt.: »Aspekte der Syntax-Theorie«, Suhrkamp, Frankfurt am Main/Akademie Verlag, Berlin 1969
- [Chomsky 1972] Chomsky, Noam: »Problems of Knowledge and Freedom«, Fontana, London 1972

- [Chomsky 1975] Chomsky, Noam: »Reflections on Language«, Pantheon, New York 1975
- [Chomsky 1980] Chomsky, Noam: »Rules and Representations«, Basil Blackwell, Oxford 1980
- [Chomsky 1981a] Chomsky, Noam: »Lectures on Government and Binding. The Pisa Lectures.«, Foris Publications, Dordrecht, Holland 1981, Nachdruck: 7. Auflage, Mouton de Gruyter, Berlin und New York 1993
- [Chomsky 1981b] Chomsky, Noam: »Principles and parameters in syntactic theory« in Hornstein, N. & Lightfoot, D. (Hrsg.): »Explanations in Linguistics«, Longman, London 1981
- [Chomsky 1988] Chomsky, Noam: »Language and Problems of Knowledge: The Nicaraguan Lectures«, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1988
- [Cook 1988] Cook, V. J.: »Chomsky's Universal Grammar – An Introduction«, Basil Blackwell Ltd, Oxford 1988
- [Chomsky 1993] Chomsky, Noam: »Reflexion über die Sprache«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1993
- [Dennis 1943] Dennis, Wayne: »Animism and related tendencies in Hopi Children«, in »Journal of Subnormal und Social Psychology«, Bd. 38, S. 21-37, 1943
- [Doderer 1995] Doderer, Heimito von: »Die Einschüchterung« in Wendelin Schmid-Dengler (Hrsg.): »Die Erzählungen«, 3., erweiterte Auflage der Einzelausgabe, S. 311f, Beck, München 1995
- [Drescher 1991] Gary L. Drescher: »Made-Up Minds: A Constructivist Approach to Artificial Intelligence«, MIT Press 1991
- [Dreyfus 1972] Dreyfus, H.L.: »What Computers Can't Do«, 1972, dt. »Was Computer nicht können: Die Grenzen künstlicher Intelligenz«, Athenäum, Frankfurt am Main 1989
- [Dux 2005] Dux, Günter: »Historisch-genetische Theorie der Kultur. Instabile Welten. Zur prozessualen Logik im kulturellen Wandel.«, unveränderter Nachdruck der Erstausgabe von 2000, Velbrück Wissenschaft, 2005
- [Edelman 1992] Edelman, Gerald Maurice: »Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind«, Basic Books, New York 1992, dt.: »Göttliche Luft, vernichtendes Feuer«, Piper, München 1995
- [Engelkamp 1974] Engelkamp, Johannes: »Psycholinguistik«, Wilhelm Flink Verlag, München 1974

- [Engfer 1996] Engfer, Hans-Jürgen: »Empirismus versus Rationalismus? Kritik eines philosophiegeschichtlichen Schemas«, Schönigh, Paderborn, München, Wien, Zürich 1996
- [Fetz 1988] Fetz, Reto Luzius: »Struktur und Genese: Jean Piagets Transformation der Philosophie«, Bern; Stuttgart, Haupt, 1988
- [Fodor 1983] Fodor, Jerry A.: »The Modularity of Mind«, The MIT Press/Bradford, Cambridge, Massachusetts 1983
- [Foss&Hakes 1978] Foss, Donald J. & Hakes, David T.: »Psycholinguistics – An Introduction to the Psychology of Language«, Prentice-Hall Inc., Eaglewood Cliffs, New Jersey 1978
- [Friedrich&Friederici 2005] Friedrich, M. & Friederici, A. D.: »Phonotactic knowledge and lexical-semantic processing in one-year-olds: Brain responses to words and nonsense words in picture contexts«, Journal of Cognitive Neuroscience
- [Gallese 1998] Gallese V. zusammen mit Goldman A.: »Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading«, in »Trends in Cognitive Sciences«, S. 493-501, Ausgabe 12, Elsevier Science, 1998, im Internet: <http://www2.unipr.it/gallese/Gallese-Goldman1998.pdf>
- [Gallese 2005] Gallese V. & Lakoff G.: »The Brain's Concepts: The Role of the Sensory-Motor System in Reason and Language.«, in »Cognitive Neuropsychology«, Psychology Press Ltd., 2005, im Internet: <http://www2.unipr.it/gallese/PCGNSIOBA9.pdf>
- [Gardner 1973] Gardner, Thomas: »Hauptströmungen der modernen Linguistik«, Vandenhoeck&Ruprecht, Göttingen 1973
- [Garz 1996] Garz, Detlev: »Lawrence Kohlberg. Zur Einführung«, Junius Verlag, Hamburg 1996
- [Goos 1995] Goos, Gerhard: »Vorlesungen über Informatik – Band 1: Grundlagen und funktionales Programmieren«, Springer 1995
- [Graaf 1999] de Graaf, Jan Willem: »Relating new to old – a classic controversy in developmental psychology«, Dissertationsschrift, Regenboog Drukkerij, University of Groningen 1999
- [Hirschberger] Hirschberger, Johannes: »Geschichte der Philosophie«, Kompaktausgabe in zwei Bänden, Zweitausendeins
- [Hockett 1966] Hockett, C.: »The problem of universals in language« in J. H. Greenberg (Hrsg.): »Universals of language, Second Edition«, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1966

- [Kant 1787] Kant, Immanuel: »Kritik der reinen Vernunft«, Ungekürzte Ausgabe nach der zweiten, hin und wieder verbesserten Auflage 1787, Voltmedia, Paderborn
- [Kesselring 1999] Kesselring, Thomas: »Jean Piaget«, Beck'sche Reihe Denker, 2. Auflage, Beck, München 1999
- [Kohlberg 1995] Kohlberg, Lawrence: »Die Psychologie der Moralentwicklung«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1995
- [Kohlberg 2000] Kohlberg, Lawrence: »Die Psychologie der Lebensspanne«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 2000
- [McLaughlin 2005] McLaughlin, Peter: »Funktion« in Krohs, Ulrich & Toepfer, Georg (Hrsg.): »Philosophie der Biologie. Eine Einführung«, S. 19-35, Suhrkamp, Frankfurt am Main 2005
- [Kuhn 1962] Kuhn, Thomas S.: »The Structure of Scientific Revolutions«, University of Chicago Press, Chicago 1962; dt: »Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1967
- [Kurzweil 1990] Kurzweil, Ray: »The Age of Intelligent Machines«, The MIT Press, Boston, Massachusetts 1990
- [Lakoff&Johnson 1999] Lakoff, George & Johnson, Mark: »Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought«, Basic Books, New York 1999
- [Lenneberg 1967] Lenneberg, Eric Heinz: »Biological Foundations of Language«, John Wiley & Sons Inc., New York 1967; dt.: »Biologische Grundlagen der Sprache«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1977
- [Libet 2004] Libet, Benjamin: »Mind Time : The Temporal Factor in Consciousness (Perspectives in Cognitive Neuroscience)«, Harvard University Press, 2004, dt. »Mind Time«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 2005
- [Linser 1992] Linser, Guido: »Piaget und der Strukturalismus: Erklärungsmodeller zur Systematik der ontogenetischen Stufenabfolge und deren erkenntnistheoretische Implikation hinsichtlich der Dialektik von biologischen Funktionen und kognitiven Strukturen«, Haag und Herchen, Frankfurt am Main 1992
- [Locke 1689] Locke, John: »An Essay concerning Human Understanding«, 1689, Nachdruck: Clarendon Press, Oxford 1991
- [Lourenco & Machado 1996] Lourenco, O. & Machado, A.: »In defense of Piaget's theory: A reply to 10 common criticisms«, in »Psychological Review«, American Psychological Association, Ausgabe 103, S. 143-164, Washington DC. 1996



- [Markl 2001] Markl, Peter: »Am Nerv der Sprache. Spiegel-Neuronen – die Keimzellen der Intersubjektivität«, in Wiener Zeitung vom 9.11.2001
- [Marx 1967] Marx, Otto: »Die Geschichte über die Ansichten über die biologische Grundlage der Sprache« in [Lenneberg 1967]
- [Mayr 1997] Mayr, Ernst: »This is Biology«, Belknap Press/Harvard University Press 1997; dt.: »Das ist Biologie«, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin 2000
- [Mersch 1993] Mersch, Dieter: »Umberto Eco zur Einführung«, Junius Verlag, Hamburg 1993
- [Meyers 1985] »Meyers großes Universallexikon« in 15 Bänden, Bibliographisches Institut, Mannheim, Wien, Zürich 1985
- [Miller,Galanter&Pribram 1960] Miller, George A., Galanter, Eugene, & Pribram, Karl H.: »Plans and the Structure of Behavior«, Henry Holt and Co., Inc., New York City, New York, USA 1960
- [Monod 1970] Monod, Jacques: »Le hasard et la nécessité«, Éditions du Seuil, Paris 1970, dt.: »Zufall und Notwendigkeit«, Piper, München 1970
- [Montada 2002] Montada, Leo: »Die geistige Entwicklung aus der Sicht Jean Piagets«, in Oertler, R. & Montada, L. (Hrsg.): »Entwicklungspsychologie«, 5. Auflage, Psychologische Verlagsunion, Weinheim 2002
- [Münch 1992] Münch, Dieter (Hrsg.): »Kognitionswissenschaft. Grundlagen, Probleme, Perspektiven«, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1992
- [Newell&Simon 1959] Newell, A., Shaw, J.C. & Simon, H.: »Report on a general problem-solving program« in »Proceedings of the International Conference on Information Processing«, 1959, S. 256-264
- [Newell&Simon 1963] Newell, A. & Simon, H.: »GPS, A Program that Simulates Human Thought« in Feigenbaum, E.A. & Feldman, J. (Hrsg.): »Computers and Thought«, Oldenbourg, 1963
- [O'Reilly&Munakata 2000] O'Reilly, Randall & Munakata, Yuko: »Computational Explorations in Cognitive Neuroscience: Understanding the Mind by Simulating the Brain«, Bradford Book, 2000
- [Papert 1980] Papert, Seymour: Mindstorms. Children, Computer and Powerful Ideas«, Basic Books Inc, New York 1980, dt.: »Gedankenblitze. Kinder, Computer und neues Lernen«, Rohwolt Taschenbuch Verlag, Reinbeck 1985

- [Peirce 1955] Charles S. Peirce: »Deduction, Induction and Hypothesis« in: Charles S. Peirce: »Collected Papers«, Vol. II. Cambridge, Massachusetts 1955, S. 619-644
- [Penrose 1989] Penrose, Roger: »The Emperor's New Mind. Concerning Computers, Mind and the Laws of Physics«, Oxford University Press, Oxford 1989, dt.: »Computerdenken. Die Debatte um künstliche Intelligenz, Bewußtsein und die Gesetze der Physik«, Spektrum, Heidelberg 1991
- [Petter 1961] Oliver Brachfeld: »Die geistige Entwicklung des Kindes im Werk von Jean Piaget«, Verlag Hans Huber, Bern 1966, gekürzte und bearbeitete Ausgabe des italienischen Werks von Petter, Guido: »Lo Sviluppo mentale nelle ricerche di Jean Piaget«, Giunti 1961
- [Piaget 1907] Piaget, Jean: »Un moineau albinos« in »Le rameau du sapin«, Organe du club jurassien, Nr. 41, Neuchâtel 1907, englische Übersetzung in [Piaget&Gruber&Voneche 1977]
- [Piaget 1932] Piaget, Jean: »Le jugement moral chez l'enfant«, 1932, dt. »Das moralische Urteil beim Kinde«, 2. veränderte Auflage, Klett-Cotta, Stuttgart 1983
- [Piaget 1936] Piaget, Jean: »La naissance de l'intelligence chez l'enfant«, Neuchâtel/Paris 1936; dt.: »Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde«, Stuttgart 1969
- [Piaget 1941a] Piaget, Jean & Inhelder, Bärbel: »Le développement des quantités physiques chez l'enfant«, 1941, dt.: »Die Entwicklung der physikalischen Mengenbegriffe beim Kinde – Erhaltung und Atomismus«, Klett Verlag, Stuttgart 1969
- [Piaget 1941b] Piaget, Jean: »Esprit et réalité«, in »Jahrbuch der Schweizer Philosophischen Gesellschaft«, Ausgabe 1, S. 40-47
- [Piaget 1942] Piaget, Jean: »Classes, relations et nombres – Essay sur les groupements de la logistique et sur la réversibilité de la pensée«, Vrin, Paris 1942
- [Piaget 1957] Piaget, Jean: »Logique et équilibre dans les compartements du sujet«, in »Etudes d'épistémologie génétique«, Presses universitaires de France, Paris 1957, S. 27-117, dt. ausschnittsweise in Montada 1970, S. 115-130
- [Piaget 1966a] Piaget, Jean & Inhelder, Bärbel: »Die Entwicklung des inneren Bildes beim Kind«, dt.: Suhrkamp, Frankfurt am Main 1979
- [Piaget 1967] Piaget, Jean: »Biologie et connaissance. Essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs«, (Gallimard: Idées) Paris 1967, dt.: »Biologie und Erkenntnis. Über die Beziehungen zwischen organischen Regulationen und kognitiven Prozessen«, Frankfurt am Main 1974

- [Piaget 1967a] Piaget, Jean: »Logique et connaissance scientifique«, Gallimard, Paris 1967
- [Piaget 1968] Piaget, Jean: »Der Strukturalismus«, dt.: EKV, Stuttgart 1980
- [Piaget 1968a] Piaget, Jean & Inhelder, Bärbel: »Gedächtnis und Intelligenz«, dt.: Walter, Olten 1974
- [Piaget 1970a] Piaget, Jean: »L'épistémologie génétique«, Paris 1970, dt.: »Abriss der genetischen Epistemologie«, Freiburg i. Br., Olten 1974
- [Piaget 1976] Piaget, Jean: »Die Äquilibration der kognitiven Strukturen«, Stuttgart 1976
- [Piaget&Gruber&Voneche 1977] Piaget, Jean; Gruber, Howard E. & Voneche, J. Jacques: »The Essential Piaget«, Basic Books, New York 1977
- [Piaget 1992] Piaget, Jean: »Einführung in die genetische Erkenntnistheorie«, Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft Bd. 6, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1992
- [Piattelli-Palmarini 1980] Piattelli-Palmarini, Massimo (Hrsg.): »Language and Learning. The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky«, Harvard University Press 1980
- [Piattelli-Palmarini 1994] Piattelli-Palmarini, Massimo: »Ever since language and learning: afterthoughts on the Piaget-Chomsky debate«, erschienen in »Cognition. International Journal of Cognitive Science«, Nr. 50, S. 315-346, Elsevier Science B. V. 1994
- [Precht 2000] Precht, Peter: »Descartes zur Einführung«, Junius Verlag, Hamburg 2000
- [Rechenberg 2000] Rechenberg, Peter: »Was ist Informatik? Eine allgemeinverständliche Einführung«, 3. Auflage, Hanser, München, Wien 2000
- [Riegel 1973] Riegel, Klaus: »Dialectic operations. The final period of cognitive development«, Human Development, Nr. 16, S. 346-370, 1973
- [Runggaldier&Kanzian 1998] Runggaldier, E. & Kanzian, C.: »Grundprobleme der analytischen Ontologie«, Schöningh, Paderborn, München, Zürich, Wien 1998
- [Sarter 1980] Sarter, Heidemarie: »Mythos Sprache. Aspekte ideologischer Sprachwissenschaft in den erkenntnistheoretischen Grundlagen von N. Chomsky und B.F. Skinner.«, Peter D. Lang, Frankfurt am Main, Bern 1980
- [Searle 1980] Searle, John R.: »Minds brains and programs«, in: »The Behavioral and Brain Sciences«, Cambridge, 1980, Cambridge University Press, die in der Arbeit angegebenen Seitenzahlen beziehen sich auf die dt. Übersetzung unter dem Titel »Geist, Gehirn, Programm« in [Münch 1992, S. 225-252]
- [Sedgewick 1991] Sedgewick, Robert: »Algorithms«, dt.: »Algorithmen«, Addison-Wesley, 1991

- [Skinner 1957] Skinner, B. F.: »Verbal Behavior«, Appleton, New York 1957
- [Slobin 1971] Slobin, Daniel Isaac: »The Ontogenesis of Grammar – A Theoretical Symposium«, Academic Press, New York/London 1971
- [Slobin 1973] Slobin, Daniel Isaac: »Studies of Child Language Development«, NY Holt, Rinehart and Winston 1973
- [Specht 1989] Specht, Rainer: »John Locke«, Beck'sche Reihe Bd. 518: Große Denker, Beck, München 1989
- [Specht 1997] Specht, Rainer: »Über angeborene Ideen bei Locke«, S. 39-64, in Thiel, Udo (Hrsg.): »John Locke, Essay über den menschlichen Verstand«, Akademie Verlag, Berlin 1997
- [Spektrum Dossier 1/2000] Spektrum der Wissenschaft Dossier »Die Evolution der Sprache«, Ausgabe 1/2000, Spektrum der Wissenschaft Verlag, Heidelberg
- [Stangl 2004] Stangl, Werner: »Einführung in die Psychologie«, Lehrmaterial für die Fernuniversität Hagen, im Internet: <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/KOGNITIVEENTWICKLUNG/FormalOperatorisch.shtml>
- [Steinbeck 1952] Steinbeck, John: »East of Eden«, William Heinemann Ltd. 1952, dt.: »Jenseits von Eden« von Harry Kahn, Diana Verlag, Zürich 1979
- [Steinmüller 2005] Steinmüller, Johannes: »Sprachverstehen, Vorlesung an der TU Chemnitz, Wintersemester 2005/2006«, TU Chemnitz 2005; im Internet: <http://www-user.tu-chemnitz.de/stj/lehre/sprach.pdf>
- [Thiel 1997] Thiel, Udo: Einleitung, S. 3-10, in Thiel, Udo (Hrsg.): »John Locke, Essay über den menschlichen Verstand«, Akademie Verlag, Berlin 1997
- [Wegener 1999] Wegener, Ingo: »Theoretische Informatik: eine algorithmenorientierte Einführung«, Teubner, 2. Aufl., Leipzig, Stuttgart 1999
- [Wikipedia] Wikipedia – die freie Enzyklopädie, Wikimedia Foundation Inc., 200 2nd Ave. South #358 St. Petersburg, FL 33701-4313, USA
- [DIE ZEIT 30/1998] Kast, Bas: »Die Höflichkeitszelle«, Ausgabe 30/1998, Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG, Hamburg 1998
- [Zimbardo 1988] Zimbardo, Philp G.: »Psychology and Life«, 12th Edition, Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois 1988, dt.: »Psychologie«, 5. Aufl., Springer 1992

## Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Chemnitz, den 17. Januar 2006

---

Manuel Möller

