

**MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE**

Max Planck Institute for the History of Science

**PREPRINT 5 (1994)**

Peter Damerow, Wolfgang Lefèvre

**Wissenssysteme im geschichtlichen Wandel**

Peter Damerow, Wolfgang Lefèvre

## ***1. Individuelles und gesellschaftliches Wissen***

Die Wissenspsychologie hat vornehmlich das individuelle Wissen des einzelnen zum Gegenstand, dessen mentale Verarbeitung (Erwerb, Speicherung im Gedächtnis, Abruf, Veränderung, Anwendung etc.) sie vor allem untersucht (Mandl & Spada, 1988). Die Frage nach dem historischen Wandel von Wissenssystemen unterscheidet sich insofern grundsätzlich von derartigen Fragestellungen, als sie nicht das individuelle Wissen zum Gegenstand hat, sondern das gesellschaftliche Wissen, d. h., sie bezieht sich auf das Wissen nur insofern, als es von zahlreichen Individuen intersubjektiv geteilt und historisch mit einer gewissen Kontinuität tradiert wird. Die Untersuchung dieses gesellschaftlichen Wissens, seiner Inhalte, seiner Strukturen und der Mechanismen und Formen seiner Tradierung (Schulwissen) ist daher auch keine originär psychologische, sondern eine soziologische und historische Aufgabe, die mit den Methoden der empirischen Psychologie nicht zu lösen ist (Berger & Luckmann, 1970). Der Psychologie sind im Hinblick auf das gesellschaftliche Wissen prinzipielle Grenzen gesetzt, denn die Funktionen und Strukturen des intersubjektiv geteilten und tradierten Wissens sind - zumindest teilweise - durch Interaktionsmechanismen zwischen den Individuen und deren externe Bedingungen bestimmt und nicht nur durch die menschliche Psyche.

Andererseits ist jedoch die historische Entwicklung von Wissenssystemen für die Psychologie von geradezu konstitutiver Bedeutung. Dies ergibt sich schon aus der Tatsache, daß zwischen den von ihr untersuchten mentalen Verarbeitungsformen des Wissens und den Wissensinhalten Zusammenhänge bestehen (Weinert & Waldmann, 1988). Wissensinhalte unterliegen aber klarerweise einem starken historischen Wandel. Aber nicht nur die Wissensinhalte, sondern auch die Strukturen der Organisation, Fixierung und Tradierung des Wissens sind historischen Veränderungen unterworfen (Wozniak & Fischer, 1993), so daß zumindest nicht auszuschließen ist, daß auch die mentalen Prozesse und kognitiven Strukturen, also originäre Gegenstände der Psychologie, von historischen Entwicklungen unmittelbar betroffen sind.

Deswegen hat es auch nach der monumentalen Völkerpsychologie Wilhelm Wundts (1900-1920, siehe insbesondere Bd. 10: Kultur und Geschichte), die den Übergang von der geisteswissenschaftlich orientierten zur empirischen Psychologie markiert, immer wieder Ansätze gegeben, den Erwerb, die mentale Repräsentation und die Anwendung von Wissen in vergangenen historischen Perioden zu thematisieren (Stern, 1920). Eine in dieser Hinsicht klassische Studie ist Wertheimers Untersuchung des produktiven Denkens (1945/1957), die eine Analyse der Entdeckung des Trägheitsprinzips durch Galilei und eine psychologische Rekonstruktion der heuristischen Überlegungen enthält, die Einstein zur Formulierung der speziellen Relativitätstheorie veranlaßten. Diese Fallstudien waren allerdings eher als Illustrationen zu Wertheimers Theorie gedacht und halten trotz wichtiger Einsichten im allgemeinen einer Überprüfung der historischen Tatbestände im einzelnen kaum stand (Damerow, Freudenthal, McLaughlin & Renn, 1992, zu Galilei; Miller, 1984; Renn, 1993, zu Einstein). Solches gilt insbesondere auch für die Arbeiten in der Herbart-Tradition, in der die Rekapitulationsthese, "die Ontogenese rekapituliert die Phylogenese", zeitweise zu einem verbreiteten Interpretationsschema des Verhältnisses von gesellschaftlicher und individueller Entwicklung geworden war. Ähnlich problematisch sind die historischen Beispiele, mit denen Piaget seine Theorie der Psychogenese von Grundkategorien des wissenschaftlichen Denkens zu untermauern suchte, insbesondere seine Interpretation der Geschichte des Impetusbegriffs (Piaget, 1978; Wolff, 1978) und die Beispiele in der gemeinsam mit Garcia erst nach seinem Tode publizierten, umfassenden Studie über die Geschichte der Wissenschaft (Damerow, 1993b; Piaget & Garcia, 1989). Eine ebenfalls breit angelegte Studie, die psychologische Interpretationen historischer Entwicklungen enthält, ist die Untersuchung von Klix (1993), die die Entstehungsphase menschlicher kognitiver Leistungen vom Mensch-Tier-Übergangsfeld bis zur Antike zum Gegenstand hat, ferner seine Untersuchung zur Natur des Verstandes (1992). Psychologische Studien thematisieren ferner gelegentlich historische Entwicklungen, die spezielle Gegenstände betreffen, insbesondere den Zahlbegriff (Brainerd, 1979; Dehaene, 1992). Gelegentlich werden in psychologischen Studien historische Beispiele dazu verwendet, gegenwärtig noch existierende kognitive Strukturen (mentale Modelle etc.) zu illustrieren (Gentner & Stevens, 1983; Giere, 1988, 1991, 1992), beispielsweise solche, die den Begriff der Kraft (Clement, 1983; McCloskey, 1983), den Begriff der Bewegung (McCloskey & Kargon, 1988) oder die den Begriff der Wärme (Wiser, 1988; Wiser & Carey, 1983) betreffen (vgl. auch Vosniadou & Brewer, 1987, 1992)). Schließlich gibt es psychologische Studien über individuelle Erkenntnisprozesse einzelner Forscher wie

beispielsweise die Studie von Gruber über die Entwicklung der Ideen von Charles Darwin (1981).

## **2. *Mentale (interne) und kulturelle (externe) Repräsentation***

Wenn das sich historisch wandelnde, kulturelle Umfeld der menschlichen Individualentwicklung nicht nur die Wissensinhalte, sondern auch die mentalen Funktionen und die Strukturen der individuell aufgebauten Wissenssysteme bestimmt, wenn also das gesellschaftliche Wissen den Aufbau des jeweils individuellen Wissens wesentlich beeinflusst, dann hat dies zur Voraussetzung, daß das gesellschaftliche Wissen nicht nur im Individuum mental, sondern auch kulturell in den historisch sich verändernden Artefakten repräsentiert und tradiert wird, insbesondere nämlich in den gegenständlichen Mitteln der Kommunikation und der geistigen Tätigkeit (Werkzeuge, Kultgegenstände, Bilder, Zeichen, Sprache, Schrift etc.). Der Prozeß der Repräsentation und Tradierung des in den Artefakten extern repräsentierten Wissens hat zwar seinerseits wiederum psychologische Voraussetzungen, er ist jedoch seiner Natur nach ein historisch-soziologisch zu begreifendes Phänomen.

Für die Psychologie ergibt sich daraus das prinzipielle Problem, daß sie Kultur nur als akzidentielle Randbedingung der individuellen Entwicklung definieren und in die Untersuchung der Kognition einbeziehen kann (Bruner, Olver & Greenfield, 1966/1971, insbesondere S. 379; Poortinga, 1992). Die Psychologie untersucht vor allem die mentale Repräsentation (Engelkamp & Pechmann, 1993; Mandl & Spada, 1988; Opwis, 1992; Stevenson, 1993) in ihren verschiedenen Formen (figural, vorstellungsmäßig, sequentiell, in semantischen Netzwerken, in logisch strukturierten Systemen, als "Frames", als Produktionssystem etc.). Diese Formen der mentalen Repräsentation haben bei der kulturellen Repräsentation externe Entsprechungen in Form von realen Objekten und Handlungen (Bilder, Vorgänge, Interaktionsformen, Sprachformen, schriftliche Darstellungen etc.) (Aebli, 1980/81; Damerow, 1993a). Durch die von der mentalen Repräsentation unabhängige Existenz dieser Objekte und Handlungen und durch die gesellschaftliche Tradierung ihrer Bedeutungen werden die intersubjektive Natur und die historische Kontin-

ität der Funktionen und Strukturen von Wissenssystemen über die Psyche des einzelnen Subjekts hinaus gewährleistet.

Die externen Repräsentationen haben psychologisch die gleichen Funktionen wie interne Repräsentationen und beruhen insbesondere auf den gleichen mentalen Fähigkeiten zum Gebrauch von Symbolen (Werner & Kaplan, 1963). Aus der Sichtweise der Psychologie erscheinen externe Repräsentationen daher als Externalisierungen menschlichen Wissens in kulturell vorgegebenen Medien der Repräsentation, wobei sich nach der Art der Medien enaktive, ikonische und symbolische Repräsentationen unterscheiden lassen (Bruner, Olver & Greenfield, 1966/1971). Aus historisch-soziologischer Sicht dagegen erscheinen umgekehrt die mentalen Repräsentationen gerade als Internalisierungen der Objekte und Handlungen, in denen das Wissen extern repräsentiert ist.

Bruner hat versucht, aus einer solchen Annahme Erklärungen für kulturspezifisch variierende kognitive Leistungen zu gewinnen (Bruner, Olver & Greenfield, 1966/1971, Kap. 14). Weitergehende Folgerungen sind von der kulturhistorischen Schule gezogen worden, nach deren Theorie alle fundamentalen psychologischen Prozesse (Begriffsbildung, Deduktivität etc.) historischen Charakter haben und von den jeweiligen konkreten sozialhistorischen Bedingungen geformt werden (Cole & Scribner, 1974; Leontjew, 1973; Luria, 1971, 1976; Wapner & Kaplan, 1983; Wertsch, 1985; Wygotski, 1934/1969). Aus der Sicht dieser Theorie sind der Werkzeuggebrauch und die Sprache für die Menschwerdung konstitutiv und bilden die Voraussetzungen für die Entstehung von Kultur.

Festzuhalten ist in jedem Fall, daß aus dem realen Gebrauch der jeweils spezifischen Mittel der Kommunikation und der geistigen Arbeit in den verschiedenen historischen Epochen, in denen die Kultur dieser Epochen verkörpert ist, sich Erklärungen für die historischen Veränderungen solcher Funktionen und Strukturen von Wissenssystemen gewinnen lassen; man erhält Erklärungen für historische Veränderungen, die ihre Ursache nicht in der Natur des individuellen Erkennens haben und sich daher durch historische und kulturvergleichende Analysen mit Mitteln der Kognitionspsychologie zwar konstatieren, nicht jedoch theoretisch rekonstruieren lassen. Solche Erklärungen psychologischer Funktionen und Strukturen von Wissenssystemen aus dem kulturhistorischen Kontext lassen sich vor allem deshalb gewinnen, weil der Umgang mit derartigen Mitteln

nicht nur historisch sich verändernde mentale Anforderungen stellt und die Vermittlung eines bestimmten Wissens zu ihrem adäquaten Gebrauch erforderlich macht, sondern weil darüber hinaus auch die Form der mentalen Repräsentation des Wissens selbst (bildhaft, propositional, regelbasiert etc.) durch diese kulturellen Repräsentationen strukturiert wird und bestimmte Funktionen erhält.

Um die historischen Voraussetzungen zu klären, unter denen die psychologisch bestimm- baren Strukturen und Funktionen verschiedener Wissenssysteme entstanden sind, müs- sen für die verschiedenen Epochen der Entwicklung der Kognition im Rückgriff auf Er- gebnisse historischer Disziplinen die bestimmenden Faktoren des kulturhistorischen Kon- texts des Wissens untersucht werden, nämlich die Gegenstände, Strukturen und Funk- tionen des intersubjektiv geteilten Wissens, seine externen Repräsentationen, die sozialen Mechanismen seiner Tradierung sowie seine Funktion im jeweiligen System der ge- sellschaftlichen Reproduktion.

### ***3. Wissenssysteme in schriftlosen Kulturen - Wissen als funktionelles Moment des Handelns***

Erkenntnisse über das Wissen in schriftlosen Kulturen werden vor allem von der Eth- nologie und der Anthropologie verfügbar gemacht. Solche Erkenntnisse werden nicht nur durch die Erforschung rezenter Völker einer entsprechender Zivilisationsstufe gewonnen, sondern auch - in Verbindung mit der vor- und frühgeschichtlichen Archäologie und Ge- schichtswissenschaft - rekonstruktiv aus Hinterlassenschaften vergangener schriftloser Kulturen bzw. aus historischen Berichten über sie erschlossen. Wegen der mit solchen Rekonstruktionen sowie mit dem Verständnis fremder Kulturen verbundenen Probleme sind diese Forschungsergebnisse allerdings unvermeidlicherweise mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, und zwar insbesondere, wenn es um geistige Aktivitäten in diesen Kulturen geht. Gleichwohl können gewisse Grundzüge des Wissens auf dieser Stufe als gesichert angesehen werden.

Zunächst ist hinsichtlich der Gegenstände des gesellschaftlichen Wissens in schriftlosen Kulturen zu konstatieren, daß mit den jeweiligen lebenserhaltenden Fertigkeiten und Techniken bereits ein oftmals erstaunlich reiches und detailliertes Wissen über natürliche Sachverhalte verbunden ist. Dies geht insbesondere aus den differenzierten Nomenklaturen für Tier- und Pflanzenarten hervor, die in solchen Kulturen anzutreffen sind. So sind beispielsweise für steinzeitliche Kulturen auf Neuguinea umfassende und hochdifferenzierte taxonomische Unterscheidungen von Tier- und Pflanzenarten dokumentiert worden (Diamond, 1966; Hiepkö & Schiefenhövel, 1987), die weitgehende Übereinstimmungen zur modernen wissenschaftlichen Taxonomie aufweisen (Gould, 1989). Ein anderer Bereich reichhaltigen Wissens bezieht sich auf die kulturspezifisch ausdifferenzierten, sozial normierten Verhaltensweisen in bestimmten Situationen und sozialen Rollen oder auf bestimmten Altersstufen. Ein hinsichtlich der Kulturabhängigkeit der sozialen Kognition extremes Beispiel für solche sozial normierten Verhaltensweisen bieten die zum Teil kontraintuitiven, artifiziellen Schenk- und Tauschrituale, über die schon in der klassischen ethnologischen Literatur berichtet wurde (Malinowski, 1966) und die auch einen zentralen Gegenstand neuerer ethnologischer Studien bilden (Bell-Krannhals, 1990; Schiefenhövel & Bell-Krannhals, 1986). Sowohl im Fall biologischer Nomenklaturen als auch im Fall von Schenk- und Tauschritualen sind die Wissensinhalte nicht auf einfache, individuelle Lernprozesse zurückführbar, sondern der Erwerb der Wissensbestände ist an historisch und kulturell spezifische Rahmenbedingungen der Entwicklung des Individuums geknüpft. Dies gilt schließlich auch für die Mythologien als einen weiteren Bereich umfangreichen Wissens in schriftlosen Kulturen.

Das Wissen wird auf dieser Stufe ausschließlich interaktiv kommuniziert und in dieser Form auch von Generation zu Generation tradiert. Dabei stellt die gesprochene Sprache das wichtigste Kommunikationsmittel dar, und die Tradierung des Wissens erfolgt dementsprechend zu einem großen Teil über mündliche Anweisungen und über Erzählungen (Goody, 1987). Der sprachlichen Kommunikation steht allerdings eine ausdifferenzierte Praxis des Wissenserwerbs durch Nachahmung bei gemeinsamen Tätigkeiten zur Seite, und die Teilnahme an Arbeitsprozessen und Ritualen - nicht aber eine davon getrennte Wissensvermittlung - ist ein wesentliches Element der Wissenstradierung (Alt, 1956). Außerdem wird die Kommunikation solcher Wissensbestände oftmals durch Symbole unterstützt (Masken etc.), deren Bedeutung in der Regel nur ganzheitlich bestimmt ist. Nur vereinzelt werden Symbole bereits mit präzisen Bedeutungen verwendet,

beispielsweise Zählmittel wie Zahlwortreihen oder Körperzahlen (Saxe & Posner, 1983) und graphische Repräsentationen wie etwa Wegskizzen oder geographische Wegweiser (Dröber, 1903/1964), für die die sogenannten Toas der australischen Ureinwohner des Lake-Eyre-Beckens ein eindrucksvolles Beispiel bilden.

Ein weiteres Kennzeichen von Wissenssystemen schriftloser Kulturen ist die Tatsache, daß das Wissen in der Regel allgemein zugänglich ist. Allerdings können wegen des engen Zusammenhangs von Wissenserwerb und Teilnahme an bestimmten Aktivitäten, insbesondere als Folge von Formen der Arbeitsteilung, auch bereits beträchtliche Differenzierungen hinsichtlich des Wissens und darauf gestützter Kompetenzen auftreten (Ansätze zu Expertentum, Nutzung der Lebenserfahrung älterer Menschen in Ältestenräten etc.), wobei die Tabuisierung bestimmter Lebensbereiche für nicht zugelassene Mitglieder des Kollektivs (z. B. für Männer tabuisierte Frauenhäuser) sogar mit der Etablierung von Geheimwissen verbunden sein kann.

Schließlich sind für Wissenssysteme schriftloser Kulturen spezifische Formen der Wissensorganisation und -integration charakteristisch. Da auf dieser Kulturstufe das Wissen sich wegen seiner engen Bindung an konkrete Handlungen prinzipiell auf reale Gegenstände und in realen Handlungen elaborierte Sachverhalte bezieht, sind die Wissenssysteme überwiegend bereichsspezifischer Natur, und das Wissen ist nicht unter übergreifende abstrakte Kategorien subsumiert. Dies gilt möglicherweise sogar für das mythologische Wissen, denn es ist zweifelhaft, ob die animistischen oder magischen Weltdeutungen der sogenannten Naturreligionen als übergreifende Form der Wissensintegration angesehen werden können. Wahrscheinlich handelt es sich dabei eher um kulturspezifische Projektionen von Handlungsmotiven und Handlungsmöglichkeiten, die in der jeweiligen Lebenspraxis dominieren (wie etwa bei den "ewigen Jagdgründen" nordamerikanischer Indianer).

Wissen ist in den schriftlosen Kulturen also überwiegend ein funktionelles Moment von Handlungen. Generell handelt es sich um ein situativ gebundenes Wissen, das ausschließlich interaktiv kommuniziert wird. In der gesprochenen Sprache wird es zwar handlungsunabhängig, jedoch nicht situationsüberdauernd repräsentiert. Auf eine situationsüberdauernde, externe Repräsentation von Wissen deutet allenfalls die Verwendung von Symbolen hin, deren Bedeutung allerdings in der Regel ganzheitlicher Natur ist, so daß

sie in ihrer kognitiven Funktion kaum mit den Symbolsystemen der späteren Schriftkulturen zu vergleichen ist.

Den Möglichkeiten, komplexe Wissenssysteme aufzubauen und zu tradieren, sind damit in schriftlosen Kulturen sehr enge Grenzen gezogen. Dies wird gerade an den vereinzelt herausragenden kognitiven Leistungen deutlich, die zugleich als Übergangsphänomen zu den Wissensformen einer höheren Entwicklungsstufe Interesse verdienen. Ein außergewöhnliches Beispiel bildet die gut dokumentierte Technik der Navigation bei den Eingeborenen der Karolineninseln im westlichen Pazifik. Die ungewöhnlichen navigatorischen Leistungen dieser Technik scheinen auf einem astronomischen und geographischen Wissen zu beruhen, das in seiner Struktur mit den Grundlagen der Navigation in der westeuropäischen Tradition vergleichbar ist. Tatsächlich handelt es sich jedoch um den Grenzfall einer extensiven Nutzung der für schriftlose Kulturen charakteristischen Formen der Organisation von situationsspezifischem Wissen, das an die spezifischen geographischen Umstände gebunden bleibt, unter denen es erworben und tradiert wird (Gladwin, 1970; Hutchins, 1983). Zudem beruhen diese Leistungen auch auf äußeren Bedingungen des Lernens, die für schriftlose Kulturen äußerst untypisch sind, nämlich auf einem von der sozialen Hierarchie unabhängigen Spezialistentum mit einer ausgeprägten Leistungsauslese und einem jahrelangen praktischen, aber schulförmig organisierten Training.

#### ***4. Wissenssysteme in frühen Schriftkulturen - Die symbolische Repräsentation von Wissen***

Die Entstehung der frühen Schriftkulturen (Ägypten und der Vordere Orient vor dem Hellenismus, das alte China, altamerikanische Kulturen etc.) stellt einen wesentlichen Einschnitt in der historischen Entwicklung von Wissenssystemen dar. Überlieferte Schriftzeugnisse geben einen Einblick in die Wissensbestände dieser Kulturen. Das durch solche Schriftzeugnisse dokumentierte, im Vergleich zu der vorangegangenen Stufe andersartige Wissen ist vor allem Gegenstand wissenschaftsgeschichtlicher Forschungen geworden. Solche Forschungen sind allerdings nicht primär an den psychologisch inter-

essierenden Fragestellungen orientiert. Deswegen muß die Wissenspsychologie hier auch auf die Ergebnisse der jeweiligen altertumskundlichen Forschungen, insbesondere der einschlägigen philologischen Disziplinen, zurückgreifen.

Zunächst fällt die beträchtliche Ausweitung systematisch tradierter Wissensgebiete auf dieser Kulturstufe ins Auge. Neuartig sind insbesondere das umfangreiche Verwaltungswissen, die Ausbildung komplexer metrologischer Systeme (Maße und Gewichte, Kalender), die Kodifizierung juristischen Wissens (kasuistische Gesetzestexte) und eine Proto-Historiographie (Königsinschriften und -listen), die als eine frühe Form historischen Wissens angesehen werden können. Neuartig ist auch die Ausbildung von Gebieten spezialisierten Sachwissens. Überliefert sind beispielsweise Zeugnisse von kulturübergreifendem geographischen Wissen, Zeugnisse von kasuistischer Medizin, beispielsweise die altägyptischen medizinischen Papyri, Zeugnisse von systematisierter Magie, beispielsweise die mesopotamischen Omen- und Orakeltexte, Zeugnisse astronomischen Wissens, beispielsweise Dokumente mit langjährig registrierten und zum Teil bereits rechnerisch verarbeiteten astronomischen Ereignissen in der Mayakultur und vor allem in Babylonien, und nicht zuletzt Zeugnisse eines (vorgriechischen) mathematischen Wissens, beispielsweise die mathematischen Keilschrifttafeln, die altägyptischen mathematischen Papyri, die Kalenderrechnungen der Mayas und die mathematischen Texte des alten China.

Andererseits ist das Fehlen übergreifender Formen der Integration solchen Wissens zu konstatieren. Zwar setzen in diesen Kulturen die Mythologien, die nicht mehr nur durch Erzählungen tradiert werden, sondern in schriftlich fixierten Epen, Theogonien etc. vorliegen, nahezu alle Lebensbereiche in ein reflektiertes Verhältnis; reflektiert werden jedoch nicht so sehr Sachzusammenhänge als vielmehr politische und staatliche Integrationen, die in den Mythologien als Identifikationen von Göttern, als genealogische Verknüpfungen verschiedenartiger religiöser Traditionen oder als Überformungen wie beispielsweise die Patriarchalisierung von Götterhimmeln einen Ausdruck finden.

Bei allen diesen Wissensgebieten der frühen Schriftkulturen handelt es sich um das Wissen von Experten, und zwar um das Wissen der Eliten, die die historisch neuartige Arbeitsteilung von körperlicher und geistiger Arbeit hervorgebracht hat. Auf dem generellen Hintergrund der Verfügung über fremde Arbeit im großen Stil (Versklavung besiegter

Völker etc.) entstand im Zuge der Entstehung der ersten Städte als den Zentren der frühen Staatsbildungen eine sozial ausdifferenzierte Planungstätigkeit. Die Experten dieser zentralisierten Planung (Verwaltungsbeamte, Schreiber, Priesterbeamte etc.) organisierten die Distribution von agrarischen und handwerklichen Arbeitsprodukten sowie die Bereitstellung von Arbeitskräften und Arbeitsmaterialien. Aus dieser sozialen Funktion der ausdifferenzierten geistigen Arbeit erklärt sich der eigenartige Kanon der genannten neuartigen Wissensgebiete. Es handelt sich bei diesem Expertenwissen in der Regel nicht um Produktionswissen (technisches Wissen, Wissen über in der Produktion nutzbare Naturprozesse), sondern vornehmlich um Wissen in bezug auf die soziale Organisation der Produktion (Herrschaftswissen).

Die Planungstätigkeit, aus der das neuartige Wissen hervorgegangen ist, wäre nicht durchführbar gewesen ohne dessen situationsüberdauernde externe Repräsentation. Nicht zufällig ist die Entstehung präziser Formen der geometrischen Darstellung (altägyptische Bauzeichnungen, babylonische Felderpläne etc.) ein Novum dieser Periode. Die Schlüsselrolle für die Durchführung dieser Planungstätigkeit kommt jedoch der Erfindung und Entwicklung der Schrift zu. Entgegen herkömmlicher Auffassung (Gelb, 1958; Sethe, 1939) wurde wahrscheinlich in allen frühen Schriftkulturen die Schrift zunächst als Verwaltungsinstrument in Form von Zahlzeichensystemen und Buchhalterschriften entwickelt oder aus anderen Kulturen adaptiert - vgl. z. B. die vorschriftlichen Verwaltungssymbole des Vorderen Orients (Schmandt-Besserat, 1992), die proto-keilschriftlichen (Boehmer, Damerow, Englund & Nissen, 1991/93) und proto-elamischen (Damerow & Englund, 1989) Verwaltungstexte, die minoischen Verwaltungstexte (Chadwick, 1958/1959; Hiller & Panagl, 1976), die Technik der Knotenschnüre der Inkas (Ascher & Ascher, 1971/72) etc. Es scheint, daß die Schrift in der Regel dann erst nachträglich mit der Fortentwicklung zur Lautschrift zu einem Repräsentationsmittel der gesprochenen Sprache wurde und weitergehende Funktionen der Kommunikation (Briefe) und der Tradierung von Wissen erhielt (Beginn der literarischen Tradition).

Mit der Repräsentation von Wissen in dauerhaften Symbolsystemen waren zugleich neuartige Möglichkeiten der Wissensakkumulation (Goody, 1986/1990) durch eine Tradierung von Aufzeichnungen gegeben (Entstehung von Schriftarchiven). Die einschneidendste Änderung hinsichtlich der Tradierung von Wissen jedoch, die die Verwendung der Schrift als Repräsentationsmittel nach sich zog, war die Einrichtung von Schulen, in

denen die künftigen Verwaltungsbeamten das erforderliche Wissen abgetrennt vom Vollzug der Planungstätigkeit erwarben (Kriss-Rettenbeck & Liedtke, 1986; Hohenzollern & Liedtke, 1988).

Generell ist im Hinblick auf die Struktur dieses neuartigen Expertenwissens hervorzuheben, daß es sich nur mittelbar, nämlich durch symbolische Handlungen (Schreiben und Lesen, Buchführung etc.), auf reale Gegenstände und Sachverhalte bezog. Den unmittelbaren Bezug dieses Wissens bildeten die verwendeten dauerhaften Symbolsysteme, durch die es tradiert wurde. Diese repräsentierten ihrerseits die Handlungsabläufe der Planungstätigkeit (Sprechhandlungen, Verwaltungshandlungen etc.), auf die das neuartige Expertenwissen sich letztlich bezog.

Die auffälligste Folge dieser Stützung des Wissens auf symbolische Handlungen war zunächst einmal eine Kanonisierung von Bedeutungen, wie sie beispielsweise in den archaischen Listen der Proto-Keilschrift sichtbar wird (Nissen & Englund, 1993), und schließlich die Entstehung abstrakter Fachtermini und Fachsprachen, deren Bedeutung nicht unmittelbar von realen Gegenstände abgeleitet war, sondern erst durch die Struktur der symbolischen Handlungen konstituiert wurde - auf diese Weise entstanden beispielsweise Kalenderterminologien wie etwa die der Maya (Thompson, 1960), mesopotamische Verwaltungstermini (Englund, 1990; Nissen, Damerow & Englund, 1991), Termini der altbabylonischen Mathematik (Høyrup, 1990) etc. Es handelt sich also bei dem neuartigen Expertenwissen der frühen Schriftkulturen um ein auf die Mittel der Informationsspeicherung und -verarbeitung bezogenes Wissen, das durch diese Mittel der externen Repräsentation auch weitgehend strukturiert wird.

Die enge Bindung des Wissens an bestimmte symbolische Formen seiner Darstellung legte auch die Grenzen solchen Wissens fest. Diese kommen vor allem in dem Fehlen einer reflexiven Strukturierung des Wissens zum Ausdruck. Die Mittel der externen Wissensrepräsentation scheinen im allgemeinen unmittelbar, d. h. ohne eine Reflexion der vollzogenen symbolischen Handlungen, verwandt worden zu sein. Die Praxis der Experten determinierte weitgehend die Struktur und Funktion dieses Wissens.

In der wissenschaftshistorischen Forschung sind aus diesem Grunde lange Zeit der von der Praxis durchaus abgehobene Charakter dieses Wissens verkannt und die überlieferten

Zeugnisse dieses Wissens in bestimmter Weise psychologisch fehlgedeutet worden. Beispielsweise sind Zusammenstellungen wie die Aufgabensammlungen in den altägyptischen mathematischen Papyri und in den altbabylonischen mathematischen Keilschrifttexten vielfach als Ausdruck eines bloßen Rezeptwissens interpretiert worden. Gerade die verschiedenen Formen der vorgriechischen Mathematik sind jedoch Beispiele für eine Tendenz zu einer verselbständigten Verwendung der Symbolsysteme der ausdifferenzierten geistigen Arbeit, d. h. einer Verwendung unabhängig von der Durchführung bestimmter Planungsaufgaben. Für diese Verselbständigung von Wissensstrukturen war vermutlich die von der Praxis relativ unabhängige, institutionalisierte Lehre an Schulen verantwortlich (Høyrup, 1980). Sie kann als Beginn einer Auslotung der mit den entwickelten Symbolsystemen gegebenen Erkenntnismöglichkeiten angesehen werden, die notwendigerweise einen reflektierteren Gebrauch der verwendeten symbolischen Repräsentationsmittel nach sich zog, eine Auslotung, die man als wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung bezeichnen kann (Damerow & Lefèvre, 1981, S. 223-233).

##### ***5. Wissenssysteme in der klassischen Antike und im Mittelalter - Die Verselbständigung der Wissensproduktion.***

Ein solcher reflektierter Gebrauch symbolischer Repräsentationsmittel kennzeichnet eine neue Stufe der historischen Entwicklung von Wissenssystemen, die in der Literatur der Kulturen der klassischen Antike (Griechenland, Hellenismus, Rom) sowie des arabischen und christlichen Mittelalters zum Ausdruck kommt.

Erneut ist für diese Stufe zunächst eine Erweiterung der systematisch tradierten Wissensbereiche zu konstatieren. Insbesondere sind hier die beschreibende Naturkunde, die Technologie, die Geschichte, die Länderkunde, die Literatur und die Religionen als nun ausdifferenzierte Gegenstände des literarisch fixierten Wissens zu nennen. Darüber hinaus erhalten Wissensbereiche der vorigen Stufe wie Recht und Medizin eine systematisierte Gestalt. Das hervorstechende, neuartige Kennzeichen dieser Stufe der Entwicklung von Wissenssystemen ist jedoch, daß diese hier erstmals in Form von Theorien vorliegen. Dies gilt beispielsweise für die deduktive Mathematik der Euklidischen Tradition,

für die mathematische Geographie, für die Astronomie und für die Musiktheorie, ferner für die Wissenssysteme mit metatheoretischem Charakter, nämlich für die Logik und die Sprachtheorie. Die auf dieser Stufe entstehende und sich ausbildende Philosophie schließlich, die mit der Entwicklung von universalreligiösen Weltanschauungen mit theologischem Fundament - wie sie in dem "unbewegter Bewegter" des Aristoteles oder in dem theologisierten jüdisch-christlichen Gott etc. zum Ausdruck kommen - in engstem Zusammenhang steht, stellt, wenn nicht die erste, so jedenfalls eine ganz neuartige Integration der Wissensbestände dar.

Auch dieses neuartige Wissen ist ein Expertenwissen, ein Expertenwissen jedoch, das keine direkte Funktion in der Ausübung sozialer Herrschaft mehr besitzt. Es handelt sich um ein verselbständigtes, von Arbeits- wie Planungsprozessen abgelöstes und im Hinblick auf diese Prozesse auch weitgehend nutzloses Wissen, das von seinen Trägern deshalb auch mit dem Terminus Freie Künste gekennzeichnet wurde. Die Träger dieses Wissens waren Gelehrte, die zwar gewöhnlich den Oberschichten entstammten, die jedoch selbst in der Regel keine Funktionen unmittelbarer Herrschaft ausübten. Sie bildeten vielmehr eine Gelehrtenelite mit zum Teil bereits schichtenneutraler Rekrutierung.

Wegen des prekären Status dieser Elite war die Tradierung des neuartigen Wissens dieser Stufe allerdings stets gefährdet. Vor der Gründung der mittelalterlichen Universitäten war die generationsübergreifende Kontinuität der sozialen Rolle des Gelehrten im Grunde nie dauerhaft gesichert. Die Gelehrten existierten in gesellschaftlichen Nischen wie antike Akademien, christliche Klöster oder feudale Höfe. Zwar waren die Wissensbestände in Handschriften im Prinzip dauerhaft extern repräsentiert; wie das Schicksal der antiken Bibliotheken zeigt, konnte aber eine solche Repräsentation historische Diskontinuitäten in der Wissenstradierung nicht verhindern. So wurde insbesondere nur ein Bruchteil der antiken Wissensbestände dem arabischen und später dem christlichen Mittelalter überliefert.

Solche Diskontinuitäten betrafen allerdings vornehmlich die Wissensinhalte und weniger die mit der verselbständigten Wissensproduktion verbundenen neuartigen Wissensstrukturen, die das Resultat der diese Stufe kennzeichnenden und mit dieser Verselbständigung in einem engen Zusammenhang stehenden, reflexiven Strukturierung von Wissenssystemen waren. Diese reflexive Strukturierung, die gewöhnlich mit dem Terminus

Theorie zum Ausdruck gebracht wird, hat in der Tat alle Diskontinuitäten der faktischen Wissenstradierung überlebt. Wie an dem Ursprung der griechischen Geometrie in den Operationen mit den Mitteln der geometrischen Konstruktion (Steele, 1965) und dem Ursprung der griechischen Arithmetik in den Operationen mit den Mitteln des praktischen Rechnens (Lefèvre, 1981) besonders deutlich wird, bestand der entscheidende Schritt, der zu theoretisch strukturierten Wissenssystemen führte, in der Reflexion symbolischer Handlungen, wobei die schriftsprachliche Darstellung struktureller Eigentümlichkeiten und Gesetzmäßigkeiten solcher Handlungen eine elementare Voraussetzung für diese Reflexion bildete (Klix, 1993, Teil II, Kap. 7).

Es erscheint daher auch als alles andere als zufällig, daß die Anfänge der theoretischen Mathematik und die Anfänge der Logik (indirekter Beweis und Dialektik) zusammenfallen (Szabó, 1968). Die Logik, die in der Philosophie der Antike ausgearbeitet wurde (Plato, Aristoteles, Sextus Empiricus etc.), war eine generalisierte Theorie der Handlungsmöglichkeiten mit dem Symbolsystem einer verschriftlichten Sprache. Sie war auf dieser Stufe der Entwicklung von Wissenssystemen von einer Theorie der natürlichen Sprache noch ununterscheidbar. Mit der neuartigen Technik der Definition wurden Bedeutungen sprachlicher Benennungen zum Gegenstand der bewußten Strukturierung, und mit dem Beweis wurden inhaltliche Zusammenhänge zum Gegenstand des formalen Operierens mit sprachlichen Formen.

Generell handelt es sich bei dem neuartigen Wissen dieser Stufe also um sprachlich reflexiv strukturiertes Wissen, das in reflexiv durch Definitionen, abstrakte Begriffe, Euklidische Konstruktionen, deduktive Theorien etc. strukturierten Symbolsystemen repräsentiert wird. Seine Grundlage ist eine Theoretisierung der Darstellung von Wissen. Indem die Wissensrepräsentation in einer auf dieser Stufe von Sprachtheorie noch nicht unterschiedenen Logik, Arithmetik etc. selbst thematisiert wird, gewinnen die Wissenssysteme eine metakognitive Komponente.

Die philosophische Integration von Wissensbeständen machte sich die Errungenschaft, inhaltliche Zusammenhänge zum Gegenstand des formalen Operierens mit sprachlichen Formen machen zu können, zunutze und strukturierte die Wissensbestände durch logische Operationen (Begriffsanalysen, hierarchische Verknüpfungen durch Begriffsbäume etc.). Die Grenzen dieser Strukturierung sind mit den Grenzen des Symbolsystems

Sprache gegeben: Wo die Begriffsbedeutungen reflexiv konstruierter Begriffe nicht mehr auf die primären Bedeutungen der reflektierten Begriffe bezogen wurden, war der Leerlauf einer bloß formalen Strukturierung unvermeidlich (Scholastik). Solange die Strukturierung des Wissens nur auf die Reflexion von symbolischem Handeln gegründet war, blieb die Struktur den Erfahrungsinhalten äußerlich. Soweit es sich bei dem Wissen dieser Stufe um theoretisches Wissen handelte, war es daher nicht direkt, sondern nur mittelbar über die Sprache in der Erfahrung begründet, und soweit es Erfahrungen direkt reflektierte, war es nicht von der theoretischen Form abhängig. Insofern ist die Orientierungsfunktion des Aristotelischen Wissenssystems, das fast zweitausend Jahre paradigmatische Bedeutung hatte, auch nicht in erster Linie von seiner logischen Strukturierung her zu begreifen; sie beruhte vielmehr auf einem Umstand, der keine Folge der spezifischen theoretischen Form war, nämlich auf der Sachhaltigkeit, die das integrierte Wissen in der griechischen Antike erreicht hatte.

Nur in der eher spärlichen technologische Literatur (Heron, Frontinus, Vitruv, etc.), die nicht zu diesem neuartigen theoretischen Wissen gehörte, auch wenn sie bei ihm Anleihen machte, gibt es insofern Ansätze, diese Kluft zwischen theoretischem Wissen und Erfahrungswissen zu überwinden, als in ihr erstmals Produktionswissen (Ingenieurwissen) zusammengetragen, systematisiert und schriftlich tradiert wurde, wie dies später für die Theorien der Neuzeit charakteristisch werden sollte. Archimedes Schriften zur Statik schließlich stellen den einzigartigen Fall auf dieser Stufe dar, daß - in Form der sogenannten "einfachen Maschinen" - Instrumente des Ingenieurs theoretisiert und zur Grundlage einer mathematisch-deduktiven Darstellung von Erfahrungswissen gemacht wurden.

## ***6. Wissenssysteme in der europäischen Neuzeit - Die systematische Produktion von Erfahrungswissen***

Das für die europäische Neuzeit vom Ausgang des Mittelalters bis zur Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert charakteristische, neuartige Wissen ist dadurch ausgezeichnet, daß es sich um ein systematisch produziertes Erfahrungswissen handelt. Solch ein Erfahrungswissen kennzeichnet auf dieser Stufe nicht nur die Naturwissenschaften (Mechanik,

Physik, mit der Mechanik verbundene Astronomie, Chemie, Geologie, Physiologie etc.) und das Ingenieurwissen (von Alberti bis Watt), sondern ebenso Wissenssysteme der Sozialwissenschaften wie beispielsweise die Ökonomie. Im Zusammenhang mit dieser Entwicklung entstehen Integrationen der Wissensbestände wie der neuzeitliche philosophische Atomismus, der Mechanizismus und andere Naturphilosophien, die als wissenschaftliche Weltanschauungen (immanente Welterklärung, Verbannung von Finalursachen etc.) charakterisiert werden können.

Die Grundlage für dieses neuartige Wissen bildete ein verändertes Verhältnis des tradierten Wissens zur Produktionspraxis, für das auf Seiten dieser Praxis insbesondere die Nutzung von Naturkräften mittels technischer Apparaturen und Anlagen (Maschinen, chemische Herstellungsverfahren etc.) in einem historisch neuen Umfang eine entscheidende Voraussetzung darstellte. Nicht nur bildete die Theoretisierung des Ingenieurwissens tatsächlich einen wesentlichen Ausgangspunkt für die Entstehung der neuzeitlichen Naturwissenschaften (Grossmann, 1935; Klein, 1994; Klemm, 1979; Lefèvre, 1978; Wolff, 1978; Zilsel, 1976), sondern in diesem Prozeß entwickelten sich ferner die Bedingungen dafür, daß schließlich die theoretische Naturerkenntnis selbst zu einem Faktor der Produktion wurde.

Dieses neue Verhältnis von Wissen und Produktion veränderte auch grundlegend die soziale Distribution und die Art der Kommunikation und Tradierung des Wissens. Für die neue Öffentlichkeit des Wissens, die jetzt erforderlich wurde, erhielt der im späten Mittelalter erfundene Buchdruck eine Schlüsselfunktion. Insbesondere liegen in dieser Entwicklung auch die Wurzeln des allgemeinbildenden Schulwesens (Grundel, 1928/29). Es entstanden außerdem spezielle Bildungsinstitutionen, und zwar Institutionen für Praktiker, die bisher vom Wissen der Bildungselite ausgeschlossen waren, in denen in Verbindung mit der Tradierung von praktischem Wissen auch theoretisches Wissen vermittelt wurde: Akademien wie die in Florenz im 16. Jahrhundert oder das Gresham College, in deren Tradition schließlich die verschiedenen Schulen für spezielle Techniken (Bauakademien, Rechenschulen, Militärakademien etc.) und Lehranstalten wie die École Polytechnique gegründet wurden. In diesem Kontext verlor auch die Gelehrtensprache Latein zugunsten einer in der jeweiligen Landessprache verfaßten wissenschaftlichen und technologischen Literatur ihre überragende Bedeutung. Ebenso entstanden neue, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, wissenschaftliche Akademien nach dem Vorbild der Aka-

demien in London und Paris, wissenschaftliche Gesellschaften und wissenschaftlich betreute Naturaliensammlungen und botanische Gärten, die sich wie das Pariser Muséum d'histoire naturelle zu bedeutenden naturwissenschaftlichen Forschungszentren entwickeln konnten. Die regelmäßig publizierte Akademieakten stellten den Beginn eines neuartigen Publikationswesens für wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Entwicklungen dar, das in der Form des modernen wissenschaftlichen Zeitschriftenwesens seine charakteristische Ausprägung fand.

Äußerlich zeigt sich die Bedeutung, die die neue Wechselbeziehung zwischen neuzeitlicher, Naturkräfte nutzender Produktionspraxis und Theorie für die naturwissenschaftliche Erkenntnis gewann, an der Entwicklung und Verwendung neuer Mittel der Erkenntnis in Form wissenschaftlicher Instrumente (Teleskop, Mikroskop, astronomische und geodätische Vermessungsinstrumente, Thermometer, Barometer etc.). Das Aufkommen dieser neuen Instrumente signalisiert jedoch nur eine tiefgreifende Veränderung, die den Erkenntnisprozeß und die Strukturierung des gewonnenen Wissens selbst zentral betraf und die erst am Experiment in ihrer Spezifik erkennbar wird, eine Veränderung, die bereits von Francis Bacon in ihrer ganzen Tragweite erkannt wurde (1620/1990).

Das Experiment bildete den Kern der neuen Methode der systematischen Produktion von Erfahrungswissen. Die für die neuartigen experimentellen Designs verwendeten wissenschaftlichen Instrumente beruhten weitgehend auf der neuzeitlichen Technologie. Diese Technologie war jedoch nicht nur eine äußerliche Voraussetzung für die Herstellung solcher Instrumente, sondern die Experimente waren im Grunde gar nichts anderes als Arrangements von technischen Apparaturen und Anlagen, wie sie für die neue Form der Produktion charakteristisch waren, nur daß die mit ihnen hervorgerufenen, naturgesetzlich determinierten Prozesse im Experiment nicht produktiv genutzt, sondern allein zum Zwecke der Erkenntnis ihrer Gesetzmäßigkeit realisiert wurden.

Dies ist auch der Grund, warum die Theoretisierung der Erfahrungen der Ingenieure, Techniker, Metallurgen, pharmazeutischen Chemisten etc., deren Tätigkeit durch die Verwendung derartiger technischer Apparaturen und Anlagen gekennzeichnet war, zum Ausgangspunkt für die Entstehung einer neuartigen, experimentell fundierten Theoriebildung werden konnte, die das Kennzeichen der Wissenssysteme der neuzeitlichen Naturwissenschaft darstellt. Das Experiment war eine unmittelbare Folge, nicht aber eine Voraus-

setzung dieser Entwicklung; mit dem Experiment wurde die Theoretisierung der Praxis nur um eine spezifische Praxis der Erkenntnisgewinnung ergänzt.

Ganz ähnlich wie in den Naturwissenschaften wurden in den Sozialwissenschaften, beispielsweise in der Politischen Ökonomie, Erfahrungen theoretisiert. Solche Wissenschaften konnten zwar für das Studium der Gesetzmäßigkeiten des ökonomischen Handelns naturgemäß nicht auf Experimente zurückgreifen, sie konnten sich jedoch wirtschaftspolitische Instrumente wie Handelsbilanzen und Statistiken zunutze machen und zudem auf Erfahrungen stützen, die bei wirtschaftspolitischen Maßnahmen der Regierungen (Geldmengenspolitik, merkantilistische Handelspolitik) gewonnen wurden.

Daß Arbeitsmittel, und zwar spezifische Arbeitsmittel der Neuzeit, mit denen in der Produktion Wirkweisen der Natur unabhängig von der Physis der Menschen genutzt wurden, als Erkenntnismittel verwendet und in experimentellen Designs für Erkenntniszwecke abgewandelt und weiterentwickelt wurden, ist vielleicht das bedeutendste Novum dieser Stufe. So bedeutend die Erfindung neuer Symbolsysteme und darauf fußend die Entwicklung neuer analytischer Methoden (analytische Geometrie, Differentialrechnung, etc.) zweifellos waren, ihre Verwendung als inzwischen charakteristische Mittel der Deduktion und der theoretischen Darstellung in den exakten Natur- und das heißt Erfahrungswissenschaften beruht darauf, daß die Größen, die sie in Beziehung setzen, und die Art ihrer Beziehungen an technischen bzw. experimentellen Arrangements messend gewonnen werden können.

Generell geht also das neuartige Wissen dieser Stufe aus einer Integration von Theorie und praktischem Wissen hervor. Es wird mit Hilfe wissenschaftlicher Instrumente durch Handlungen gewonnen, die mit dem Ziel ausgeführt werden, Erkenntnisse über die möglichen Handlungsergebnisse zu gewinnen und als empirisch verifizierbare und falsifizierbare Aussagen darzustellen. Die Grundlage bilden die von der spezifisch neuzeitlichen Produktion gebotenen Möglichkeiten zur technischen Realisierung von Naturprozessen. Diese Möglichkeiten werden im Experiment genutzt, um systematisch Erfahrungen zu produzieren. Die Erfahrungen werden in reflexiv strukturierten Symbolsystemen repräsentiert, und zwar dergestalt, daß die reflektierte empirische Erfahrung die logischen Operationen innerhalb der Theorie organisiert und so die Wissenssysteme strukturiert.

Den Integrationsleistungen dieser reflexiven Strukturierung waren allerdings durch die vorerst noch schmale Basis von Erkenntnissen, die mit den neuen Erkenntnismitteln systematisch erzielt wurden, enge Grenzen gesetzt. Infolgedessen weisen die neuartig strukturierten Wissenssysteme dieser Stufe ein Mißverhältnis auf zwischen der methodisch geleiteten Gewinnung neuer Einzelerkenntnisse und den naturphilosophischen (atomistischen, mechanizistischen, dynamistischen etc.) Versuchen, den neuen Erkenntnissen einen gemeinsamen begrifflichen Rahmen zu geben und sie in eine übergreifende wissenschaftliche Weltanschauung zu integrieren. Durch das Experiment und die methodisch kontrollierte Beobachtung gewannen die Aussagen, die die Basis der neuzeitlichen Wissenssysteme bildeten, eine zuvor kaum denkbare, intersubjektive Verbindlichkeit. Demgegenüber waren die reflexiv konstruierten, naturphilosophischen Systeme, die in ihrem Erklärungsanspruch mit den Gesamttheorien der Aristotelischen Tradition konkurrieren und den Ansprüchen eines emphatischen, neuzeitlichen Vernunftbegriffs genügen mußten (Keplers Weltharmonik, Galileis Impetustheorie, Newtons aktive Prinzipien, Leibniz' Monadenlehre, Kants Kräftenmetaphysik, Lamarcks Transformationstheorie etc.), für die Zeitgenossen lange Zeit Gegenstand unentscheidbarer, prinzipieller Auseinandersetzungen - und zwar zu Recht, denn aus heutiger Sicht erscheinen sie durchweg als reduktionistische Generalisierungen und Vereinfachungen. Ihre Grundannahmen erwiesen sich mit wenigen Ausnahmen später als empirisch haltlos. Erst mit dem Anwachsen des methodisch kontrolliert angehäuften Wissens bekamen auch erfahrungswissenschaftliche Theorien intersubjektive Verbindlichkeit. Dieser Prozeß ging allerdings mit einer grundlegenden Veränderung der Struktur neuzeitlicher Wissenssysteme einher, die man gemeinhin als "Spezialisierung" bezeichnet und die zur dominierenden Eigentümlichkeit einer neuen historischen Entwicklungsstufe von Wissenssystemen wurde.

## ***7. Wissenssysteme im Industriezeitalter - Spezialisierung und disziplinäre Kanonisierung von Wissen***

Etwa mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts - mit zeitlichen Verschiebungen für die verschiedenen Teildisziplinen der modernen Wissenschaft - kam es zu einer Ausdifferenzierung spezialisierter Wissensbereiche mit hochentwickelten, spezifischen Verfahren der

Erkenntnisgewinnung, deren adäquate Beherrschung teilweise ein jahrelanges Studium erforderlich machte. Infolge dieser Entwicklung bildete sich eine historisch neuartige Kluft zwischen dem wissenschaftlichen Allgemeinwissen und einem in artifiziellen Fachsprachen und komplexen, gegenstandsspezifischen Symbolsystemen kodifizierten Fachwissen heraus, das die Rationalität des im Industriezeitalter erreichten Standes der wissenschaftlich kontrollierten Erkenntnis in verbindlicher Objektivität verkörpert.

Diese Entwicklung vollzog sich institutionell als Prozeß der Ausbildung der modernen wissenschaftlichen Fachdisziplinen (Jungnickel & McCormach, 1986; Stichweh, 1984), und zwar orientiert an den spezifischen Erkenntnismitteln und Erkenntnisstechnologien, deren sich die Wissenschaft nun zur systematischen und methodisch kontrollierten Gewinnung von Erkenntnissen bediente und die die Gegenstände der Fachdisziplinen konstituierten. Sie führte zu einer zunehmenden Ausdifferenzierung von Lehre und Forschung, beinhaltete jedoch zugleich auch eine zunehmende Differenzierung von Wissensgebieten und entsprechenden Spezialisierungen innerhalb der einzelnen Fachdisziplinen und führte insbesondere zu einer Trennung von reinen und anwendungsorientierten Wissensgebieten.

Mit dieser Spezialisierung war auch eine Ausweitung der von der systematisch empirischen Forschung erfaßten Gegenstandsbereiche verbunden. Insbesondere entstanden erstmals eigene Disziplinen, die das Wissen selbst zum Gegenstand systematischer empirischer Forschung machten, und zwar sozialwissenschaftliche Disziplinen (Psychologie, Erziehungswissenschaften, Soziologie, Wissenschaftsgeschichte etc.), die sich aus der traditionell integrativen Geisteswissenschaft, speziell der Philosophie, ausdifferenzierten und - orientiert am Vorbild der Naturwissenschaften - eigene Methoden der empirischen Wissensgewinnung entwickelten.

Die Spezialisierung hatte andererseits den Zusammenbruch der übergreifenden theoretischen Integrationen des Wissens zur Folge, die für die naturphilosophisch orientierte neuzeitliche Wissenschaft zunächst charakteristisch gewesen waren. An die Stelle eines wissenschaftsimmanenten, theoretischen Zusammenhangs von Wissensbeständen traten pragmatische Überlegungen und Bewertungen, durch die wissenschaftliche Forschungsansätze und Forschungsergebnisse unter allgemeinen gesellschaftspolitischen Zielsetzungen durch Bildungs- und Wissenschaftspolitik oder unter speziellen technologi-

schen Aufgabenstellungen durch das Großforschungsmanagement ins Verhältnis gesetzt wurden. Solche an der jeweiligen wissenschaftsorganisatorischen Entscheidungspraxis orientierten Integrationen von Erkenntnissen verschiedener Disziplinen wurden und werden einerseits durch die gutachterliche Tätigkeit von Experten realisiert, andererseits führten sie jedoch gelegentlich auch zur Entstehung neuartiger Metadisziplinen (Forschung zur Bildungs- und Wissenschaftssteuerung, zum Wissenschaftsmanagement etc.).

Den Hintergrund dieser Entwicklung bildet die Tatsache, daß mit der industriellen Revolution das Wissen seine Funktion veränderte und die Gewinnung und Tradierung solchen Wissens für die gesellschaftliche Reproduktion eine geradezu strategische Bedeutung gewann. Ohne eine Verbreiterung des allgemeinen Basiswissens erschien die spezielle, berufsorientierte Bildung nicht mehr gesichert. Es entstanden die modernen bürgerlichen Einrichtungen allgemeinbildender und berufsspezifischer schulischer und nachschulischer Ausbildung mit eigenen, integrierenden Wissenssystemen (Einführung der allgemeinen Schulpflicht, Kanonisierung des Schulwissens im Bereich der Volksschule ebenso wie in dem der Gymnasialbildung, Aufwertung der sogenannten Realbildung, Aufbau einer theoretisch fundierten, schulischen Berufsbildung, Gründung technischer Universitäten und Fachhochschulen, Reform der traditionellen Universitäten etc.). Zugleich entwickelten sich Institutionen der höheren Bildung zu vom Staat getragenen Einrichtungen mit integrierter Forschung und Lehre, denen außerdem neue, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen an die Seite gestellt wurden.

Für die Struktur der Wissenssysteme hatte die neuartige Form der Wissensproduktion zwei grundlegende strukturelle Konsequenzen. Erstens ging der enge Zusammenhang zwischen der Darstellung des Wissens in den Fachdisziplinen und der Darstellung von Wissen in der natürlichen Sprache verloren. Zweitens wurde die Form der Darstellung des Wissens in den spezialisierten Disziplinen entpersonalisiert, und die Struktur der Wissenssysteme gewann einen zuvor nie dagewesenen Grad der intersubjektiven Verbindlichkeit.

Schon in der vorangegangenen Stufe war die Begrifflichkeit, in der das neuartige Wissen der empirischen Wissenschaften formuliert wurde, so sehr von den technischen Apparaturen und Anlagen der Erkenntnisgewinnung geprägt, daß der Zusammenhang zur natürlichen Sprache, die das Kommunikationssystem für allgemein zugängliches Wissen

darstellt, metaphorisch wurde. Gerade diese Metaphorik jedoch eröffnete einen Zugang zu den spezialisierten und präzisierten Begriffen der theoretisch strukturierten Wissensbestände. Mit der Entstehung der Fachdisziplinen, in denen im Industriezeitalter die eigentliche Erkenntnisproduktion stattfindet, geht selbst dieser metaphorische Zusammenhang zur natürlichen Sprache weitgehend verloren, und die Vermittlung des Expertenwissens wird zu einem nur noch bei Einzelanlässen pragmatisch lösbaren Problem. Während im 19. Jahrhundert die Versuche, durch "Popularisierung" das Expertenwissen zugänglich zu machen, ernst zu nehmende Versuche darstellten, den Anspruch einer wissenschaftlichen Weltanschauung aufrechtzuerhalten, degenerierten die populären Darstellungen avancierten Wissens im 20. Jahrhundert zu subjektiven Übersetzungen, die keinen Zugang zur innerfachlichen Rationalität des Wissens mehr eröffnen. Die Kehrseite des Versagens der Popularisierung von Wissenschaft ist die Abkoppelung des Fachwissens von der Lebenswelt, die eine bis heute nicht überwundene, uneingestandene Krise der naturwissenschaftlichen Bildung zur Folge hatte.

Die innerfachliche Rationalität des Wissens verändert im Zuge dieser Entwicklung andererseits insofern ihren Charakter, als die ursprünglich nur für empirisch gesicherte Einzelaussagen (in der Physik: Stoßgesetze, Keplersche Gesetze etc.) gewonnene Verbindlichkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse mit der Ablösung der naturphilosophischen Systeme durch bereichsspezifische Theorien der Einzeldisziplinen nun auch zunehmend für die begriffliche Grundlegung und theoretische Strukturierung der Wissenssysteme erreicht wurde.

Diese Entwicklung war durch die außerordentliche Verbreiterung der Wissensbasis für die einzelwissenschaftliche Theoriebildung bedingt, die - zumindest in den Naturwissenschaften, oder genauer, in denjenigen Wissenschaften, die zu einem Bedingungsfaktor für die gesellschaftliche Reproduktion geworden waren - eine neue Qualität sachangemessener theoretischer Strukturierung des Wissens ermöglichte. Sie trat äußerlich als erhöhte Stabilität der theoretischen Strukturierungen gegenüber neuen Einzelerkenntnissen in Erscheinung und machte eine akkumulative Wissenserweiterung in ausdifferenzierten Wissenssystemen möglich, die selbst durch "wissenschaftliche Revolutionen" (Kuhn, 1962/1967) nicht mehr grundsätzlich gefährdet werden konnte. Realisiert wurde diese Entwicklung durch die im 19. Jahrhundert entstehende, neuartige Organisationsform der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und insbesondere durch die veränderte Rolle

der wissenschaftlichen Kommunikation bei der Konstruktion wissenschaftlicher Theorien. In den spezialisierten Fachdisziplinen ist die Integration der Einzelergebnisse nicht mehr primär Leistung des einzelnen Forschers, sondern Resultat der innerfachlichen Kommunikation.

Generell ist für diese Stufe also festzuhalten, daß das wissenschaftliche Wissen teilweise, insbesondere das Wissen der naturwissenschaftlichen, ingenieurwissenschaftlichen und sozialtechnologischen Disziplinen, zu einem bestimmenden Faktor der Produktion geworden ist. Es wird in einem komplexen Institutionensystem als spezialisiertes Fachwissen produziert, distribuiert und tradiert. Auch bei diesem Wissen handelt es sich, wie schon beim Wissen der vorangegangenen Entwicklungsstufe, um ein reflexiv strukturiertes Wissen, das jetzt jedoch durch empirisch fundierte Symbolsysteme repräsentiert wird, deren grundlegende Strukturen für die spezialisierten Teilbereiche des menschlichen Wissens, das in Fachdisziplinen mit verobjektivierten Begriffs- und Theoriestrukturen gewonnen und tradiert wird, stabil geworden sind.

## ***8. Wissenssysteme im Computerzeitalter - Eine neue Entwicklungsstufe?***

In der jüngsten Vergangenheit sind durch die Entwicklung der Informationstechnologie einige prinzipielle Veränderungen in der Wissensrepräsentation zu verzeichnen, die wieder auf ein Entstehen neuartiger Strukturen von Wissenssystemen hindeuten. Die elektronische Datenverarbeitung hat zwar zunächst kaum etwas an der Dominanz der schriftlichen Wissensrepräsentation geändert, diese Technologie eröffnet jedoch erstmals die Möglichkeit, operative Funktionen des menschlichen Denkens und des Umgangs mit verschriftlichtem Wissen in das Medium der Repräsentation selbst zu verlagern.

Diese Kombination von Wissensinhalten mit operativen Funktionen des menschlichen Denkens (Newell & Simon, 1972) scheint ein allgemeines Kennzeichen der gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklung neuer Formen der Wissensrepräsentation auf der Grundlage der Informationstechnologie zu sein (Crane, 1991; Findler, 1979). Die Versu-

che, natürliche Denkprozesse zu simulieren, haben allerdings gezeigt, daß die von den Wissensinhalten abstrahierende kognitive Psychologie einerseits und die formale Logik andererseits diese operativen Funktionen nur sehr ungenügend theoretisch zum Ausdruck gebracht haben. Im Zusammenhang mit dem Versuch, eine künstlichen Intelligenz zu realisieren, sind daher neue Forschungsfelder entstanden, so insbesondere die Wissenspsychologie (Mandl & Spada, 1988) und eine Cognitive Science (Johnson-Laird & Wason, 1977; Minsky, 1975, 1985), die die traditionellen Fragestellungen der Logik in völlig neuartiger Weise aufgeworfen und durch die Konstruktion erweiterter und alternativer Logiken (Besnard, 1989; Collins & Michalski, 1989) - die zum Teil gegenstandsspezifischer Natur sind (McDermott, 1982) - auch neue Antworten gegeben haben. Die Cognitive Science ist durch eine erweiterte, transdisziplinäre Reflexivität im Hinblick auf den Begriff des Wissens gekennzeichnet, wie sie schon für das Piagetsche epistemologische Forschungsprogramm charakteristisch war. Unter dem Einfluß der neuen Techniken der Wissensverarbeitung ist auf diese Weise eine Art psychologisch-empirischer Erkenntnistheorie entstanden, die die Frage nach der Natur des Wissens in seinen verschiedenen Formen und Repräsentationen und insbesondere Fragen wie die nach dem Verhältnis von Experten- und Novizenwissen oder von Alltags- und Wissenschaftswissen zu ihrem Gegenstand hat.

Auch wenn die Möglichkeiten einer "intelligenten" maschinellen Verarbeitung von Wissen heute zurückhaltender beurteilt werden als noch vor wenigen Jahren, spricht einiges dafür, daß die wissenschaftliche Thematisierung der Struktur und Funktion von Wissenssystemen langfristig weitreichende Konsequenzen für den Umgang mit Wissensbeständen haben wird (Johnson-Laird, 1993). Bereits heute zeigt sich jedenfalls, daß allein schon die erhöhte Geschwindigkeit des Zugriffs auf Informationen den Umgang mit Wissen tiefgreifend verändert und zugleich an die Strukturierung von Wissensbeständen neuartige Anforderungen stellt. Die Informationstechnologie macht es in der Tat auch möglich, die Struktur des repräsentierten Wissens anders zu kodifizieren als in der linearen Form der gesprochenen und geschriebenen Sprache, die für die gesamte Schrifttradition bislang charakteristisch ist. Die Darstellung kann funktional den Strukturen der repräsentierten Wissenssysteme angepaßt werden, eine neuartige Möglichkeit, die in Datenbanken und Hypertexten bereits heute extensiv genutzt wird (Barret, 1989; Cunningham & Hubbard, 1992; Shneiderman & Kearsley, 1989). Ob freilich die futuristische Projektion, die Wissenssysteme der Gegenwart würden in der nahen Zukunft zu einem einzigen, tech-

nisch realisierten, weltweiten Netzwerk des menschlichen Wissens zusammenwachsen, als reale Möglichkeit ernst zu nehmen ist, muß hier offengelassen werden.

### ***9. Universalien der historischen Entwicklung von Wissenssystemen***

Die Veränderungen von Inhalten, Funktionen und Strukturen von Wissenssystemen, die in der historischen Entwicklung des gesellschaftlichen Wissens sichtbar werden, werfen zwei grundsätzliche Fragen auf, deren Beantwortung zu den zentralen Problemen der kulturvergleichenden Psychologie und insbesondere auch der Wissenspsychologie gehört, nämlich die Frage nach kognitiven Universalien und die Frage nach der psychologischen Eigenart kulturspezifischer Formen der Kognition. Gibt es psychologische Faktoren, die in dem Prozeß der historischen Entwicklung von Wissenssystemen unverändert bleiben, und in welchen psychologischen Faktoren kommen die historischen Veränderungen von Wissenssystemen zum Ausdruck?

Die Frage nach kognitiven Universalien hängt eng mit der Frage nach universellen anthropologischen Konstanten überhaupt zusammen. Als biologisch determiniertes Wesen ist der Mensch mit spezifischen Fähigkeiten wie beispielsweise der Fähigkeit zum Erwerb und Gebrauch der Sprache ausgestattet, über die alle Angehörigen der menschlichen Gattung unabhängig von kulturellen und historischen Differenzen verfügen. Solche Fähigkeiten bilden eine Grundlage der kulturellen Entwicklung, sind aber selbst nicht im Prozeß der Kulturentwicklung entstanden. Es geht bei der Frage nach kognitiven Universalien hier jedoch nicht um die Existenz von Universalien überhaupt, sondern darum, ob es auch Universalien gibt, die originär psychologischer Natur sind, insbesondere solche, die beim Erwerb, bei der Speicherung, beim Abruf, bei der Anwendung und bei der Veränderung und Entwicklung von Wissen eine maßgebliche Rolle spielen (Berry, Irvine & Hunt, 1988; Brown, 1991; Dasen, 1977; Lloyd & Gay, 1981; Lonner, 1980).

Man kann das wissenspsychologische Problem noch präziser eingrenzen. Zum einen können die Wissensinhalte selbst von solchen Universalien betroffen sein, dann nämlich,

wenn bestimmte Begriffe und Denkstrukturen nicht allein aus Lernprozessen hervorgehen, sondern in ihrer Grundstruktur bereits genetisch oder epigenetisch präformiert sind (Raum, Zeit, Kausalität etc.). Zum zweiten können die kognitiven Funktionen, die die mentale Verarbeitung des Wissens ermöglichen und zugleich begrenzen, in einer Weise biologisch determiniert sein, daß nicht nur die quantitative Leistungsfähigkeit, sondern auch Formen der Strukturierung und Verarbeitung des Wissens aus dieser biologischen Voraussetzung zu erklären sind (Symbolgebrauch, Struktur des Gedächtnisses, Vorstellung, Deduktivität etc.). Schließlich kann auch die individuelle kognitive Entwicklung in einer Weise biologisch geprägt sein, daß die Wissensentwicklung im Verlaufe der individuellen Biographie nicht allein aus Lernprozessen erklärt werden kann, sondern in diesem Prozeß zugleich eine Folge universeller, ontogenetischer Entwicklungsstufen durchläuft (Entwicklung der sensumotorischen Koordinationsleistungen, der Sprache, der räumlichen Vorstellung, des abstrakten Denkens etc.).

Solche Probleme wurden natürlich nicht erst mit dem Entstehen der Wissenspsychologie thematisiert. So ist insbesondere in der philosophischen Tradition des Nachdenkens über die Natur der Erkenntnis seit der Antike die Determination des menschlichen Wissen durch fundamentale "Kategorien" (Sein, Wesen, Qualität, Quantität, etc.) und durch die "Fakultäten" einer denkenden Psyche (Gedächtnis, Vorstellung, Denken, moralisches Urteil etc.) Gegenstand der theoretischen Reflexion. Dabei überwog bis zum Beginn der Neuzeit eine universalistische Metaphysik, die die in der Tradition von Plato und Aristoteles kanonisierten, fundamentalen Kategorien als universelle Eigenschaften der Gegenstände ansah (Ontologie).

Mit den weltanschaulichen Auseinandersetzungen, die mit dem Entstehen der neuzeitlichen Wissenschaft verbunden waren, wurden dieser Ontologie neue fundamentale Kategorien mit erfahrungswissenschaftlichem Fundament, aber einem ähnlichen universalistischen Anspruch entgegengesetzt. Spätestens damit wurde der Universalismus selbst begründungsbedürftig. So wurden insbesondere in der rationalistischen Tradition, die insbesondere durch das Werk Kants lange nachwirkte, Grundkategorien der klassischen Physik (Raum, Zeit, Materie, Bewegung, Kausalität etc.) als "a priori"-Wissen angesehen, das jedem Erfahrungswissen vorausgeht und weder historischen noch kulturellen Veränderungen unterliegt. Ihre Rechtfertigung als Grundsätze des Denkens oder als Produkte der Reflexion verlegte die Ontologie und damit die Quelle des Universalismus in

das erkennende Subjekt, mit der Konsequenz, daß die radikale Alternative, auch solche Kategorien als relativ, als von den Wissensinhalten bestimmt, anzusehen, wie sie der Empirismus folgenreich vertreten hat, als Denkmöglichkeit nicht mehr von der Hand zu weisen war. Im Historismus des 19. Jahrhunderts schließlich geriet sogar die Möglichkeit in den Blick, daß der Prozeß der kulturellen Entwicklung selbst die Grundkategorien bestimmte, die das Wissen der jeweiligen Epoche strukturierte.

Dies war die Problemlage, als mit der Etablierung der modernen geistes- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen die Frage nach universellen Strukturen und Funktionen von Wissenssystemen empirisch gewendet (Wundt, 1900-1920) und schließlich zum Gegenstand kulturvergleichender Untersuchungen mit den Methoden der empirischen Kognitionswissenschaften gemacht wurde, wobei insbesondere dem Vergleich der Kognition in rezenten schriftlosen Kulturen mit der Kognition in der westeuropäischen Kulturtradition von vornherein eine besondere Bedeutung zukam. Zunächst waren es vor allem die Berichte von Forschungsreisenden, Missionaren und Kolonialbeamten, an denen die Frage nach der Kulturabhängigkeit der Kognition sich in neuer Weise stellen ließ. Solche Berichte waren naturgemäß überwiegend in einer Form abgefaßt, die die kognitiven Leistungen der Naturvölker gemessen an unseren eigenen Wissenssystemen als defizitäre Vorformen, als "primitiv" erscheinen ließ. Spätestens mit Lévy-Bruhls provokativer Kennzeichnung der "geistigen Welt der Primitiven" als prälogisch (1921, 1927) wurde die Frage, ob es gerechtfertigt sei, das Denken der Naturvölker einfach als primitive Vorstufe des Denkens in der modernen Kultur zu interpretieren, zu einem zentralen Thema der Auseinandersetzung. Insbesondere die Gestaltpsychologie machte die Frage nach Eigengesetzlichkeiten der Kognition auf frühen Stufen der Entwicklung durch Untersuchungen sowohl zur tierischen Kognition (Köhler, 1921) als auch zur Kognition der Naturvölker (Wertheimer, 1925) schon früh zum Gegenstand psychologischer Forschung. Wertheimer skizzierte exemplarisch am Beispiel des Zahlbegriffs ein Forschungsprogramm, um die Frage nach der Natur des Denkens der Naturvölker empirisch zu entscheiden:

Man geht an das Denken der sog. Naturvölker mit unseren Kategorien heran - Zahl, Ursache, abstrakte Begriffe -; wie sie sich in unseren biologischen, sozialen Verhältnissen, in unserer Geschichte herausgebildet haben, mit dem bündigen Vorurteil, das ihr Denken nichts als Vorstufe sei, nur vager, rudimentär, eventuell unfähig

ger; und versperrt sich dadurch selbst den Weg zu einer wirklichen Erkenntnis des tatsächlich Gegebenen. ... Es handelt sich darum, den Boden frei zu machen für die Forschung; die konkreten Probleme zu gewinnen, die sich in dogmatisch-europäischer Betrachtung nicht oder in schiefer Weise ergeben; zunächst: in Frage kommende Faktoren und ihre Funktionsbezüge anzudeuten. (S. 107)

Die Abkehr von einer Projektion moderner Kategorien in das Denken im Kontext von Kulturen, die sich wesentlich von der modernen Kultur unterscheiden, war die wichtigste Voraussetzung, den Besonderheiten eines solchen Denkens angemessen nachgehen zu können. Die Universalismusfrage wurde zu einem offenen Problem, und es gab zunächst, da valide, übergreifende Beschreibungskategorien fehlten, sogar eine Tendenz zu kulturrelativistischen Interpretationen. Erst mit dem psychologischen Strukturalismus (Piaget, 1950/1972/73) entstand innerhalb der Psychologie eine Theorie, die an die geisteswissenschaftlich-philosophische Tradition wieder anknüpfte und die kulturellen Unterschiede der Struktur und Funktion von Wissenssystemen konsequent als Entwicklungsstadien einer epigenetisch festgelegten Kognition mit universellen, mathematisch-logischen Strukturen auffaßte. Der Universalismus einer derartigen Strukturierung jeglichen Wissens (beispielsweise durch Kategorien wie Quantität, Ordnung, Raum, Zeit etc.) wird hier mit der Annahme begründet, daß solche Strukturen als reflektierende Abstraktionen aus letztlich biologisch determinierten Handlungskoordinationen hervorgehen. Sie unterliegen nach dieser Theorie daher sowohl ontogenetischen als auch historischen Entwicklungsprozessen, ohne daß sich damit aber ihre Natur prinzipiell verändern würde. Wissenssysteme weisen demnach universelle Strukturen auf, die in der sprachlichen Repräsentation auch in Erscheinung treten, die jedoch keinen sprachlichen Ursprung haben, sondern in allen Kulturen der sprachlichen Strukturierung von Wissen durch einen universellen Handlungskontext vorgegeben sind.

Auch in der Linguistik, in der im Gegensatz dazu die Annahme dominiert, Wissensstrukturen seien vor allem oder sogar ausschließlich durch die Strukturen der Sprachen determiniert, sind die Ergebnisse der Untersuchung von Strukturen der Sprache in verschiedenen Kulturen in der Nachfolge von Whorf (1956/1963) zunächst betont als Belege für den Relativismus von Denkstrukturen interpretiert worden - einen Relativismus, der in der sogenannten "Sapir-Whorf-Hypothese" einen paradigmatischen Ausdruck gefunden hat (Pinxten, 1976). Für die extrem entgegengesetzte Position steht die auf Chomsky

zurückgehende Tradition (1965/1969, 1957/1973), in der universelle Strukturen des Denkens unmittelbar als biologisch determinierte, generative "Tiefenstrukturen" der Sprache interpretiert werden, Strukturen, die, anders als die universellen Strukturen des psychologischen Konstruktivismus, keinen Entwicklungen unterliegen, die zu historischen Veränderungen der Strukturierung von Wissenssystemen führen könnten (Piattelli-Palmerini, 1980).

Die auf diese Weise sowohl in der Psychologie als auch in der Linguistik durch das Universalismusproblem strukturell angelegte Kontroverse hat vielfältige Forschungen zu zahlreichen Teilaspekten des Problems hervorgerufen und fortlaufend stimuliert. Dennoch ist die für eine Beurteilung historischer Veränderungen von Wissenssystemen entscheidende Frage nach universellen kognitiven Strukturen, Funktionen oder ontogenetischen Entwicklungsabläufen nach wie vor im wesentlichen unbeantwortet geblieben (Pinxten, 1976; van de Vijver & Hutschemaekers, 1990). Einerseits sind hierfür die beträchtlichen Schwierigkeiten verantwortlich, in den wenigen noch existierenden Kulturen ohne westlich-europäischen Kultureinfluß psychologische Untersuchungen durchzuführen, die den methodischen Anforderungen der empirischen psychologischen Forschung entsprechen, andererseits sind solche Untersuchungen auch in ihren Gegenständen notgedrungen begrenzt. So überwiegen in der kulturvergleichenden Forschung beispielsweise interkulturelle Leistungsvergleiche; dagegen fehlen weitgehend entwicklungspsychologische Verlaufsstudien, aus denen das Ausmaß und die Art und Weise der kulturellen Beeinflussung von Entwicklungsprozessen deutlich werden könnte.

Die Problemlage wird gerade auch in jenem Bereich sichtbar, in dem die rationalistische Tradition lange Zeit ein "a priori"-Wissen vermutet hat und der daher auch in besonderem Maße Gegenstand kulturvergleichender Studien der unterschiedlichsten Art geworden ist, nämlich im Bereich von Grundkategorien der Naturerfassung (Raum, Zeit, Zahl, Materie, Bewegung, Kausalität etc.) und des logischen Schließens. Nach wie vor wird hier die Frage, welche Strukturen solcher Begriffe kulturunabhängig sind, außerordentlich kontrovers diskutiert; vgl. beispielsweise zum Raumbegriff: Ellen und Thinus-Blanc (1987), Landau und Jackendoff (1993), Levinson (1991, 1992), Liben, Patterson und Newcombe (1981), Pick und Acredolo (1983), Pinxten, von Dooren und Harvey (1983); zum Zeitbegriff: Block (1990), Dux (1992), Elias (1984), Friedman (1982); Gardet et al. (1976), Levin und Zakay (1989); zum Zahlbegriff: Ashcraft (1992), Boysen und Capaldi

(1993), Damerow (1993a, 1993b), Ginsburg (1983), Hurford (1975, 1987) und zum logischen Schließen: Bobrow (1984), Hutchins (1980), Langer (1980, 1986), Luria (1976), Scribner (1975). Von der unzureichenden Klärung der Natur dieser Begriffe ist die Deutung des geschichtlichen Wandels, dem diese Begriffe unterliegen, unmittelbar betroffen. Solange es der kulturvergleichenden Psychologie nicht gelingt, die anthropologischen Konstanten in solchen Veränderungen zu identifizieren, ist jede Interpretation der historischen Entwicklung dieser Kategorien von den situationsgebundenen kognitiven Strukturen der schriftlosen Periode über die eng mit den Strukturen der natürlichen Sprache verknüpften Bedeutungsstrukturen aristotelischer Kategorien zu den Grundbegriffen der klassischen und den andersartigen der modernen Physik mit dem Problem behaftet, daß die Grenze zwischen dem, was psychologisch, und dem, was historisch erklärt werden muß, nicht präzise bestimmt werden kann. Andererseits eröffnet sich gerade wegen des engen Zusammenhangs zwischen der psychologischen Frage nach kognitiven Universalien und der historischen Frage nach der Entwicklung solcher Kategorien für die Wissenspsychologie auch eine Möglichkeit, von Ergebnissen der historischen Forschung Gebrauch zu machen, um dieses die Disziplinen übergreifende Problem zu lösen.

### ***10. Die psychologische Dimension der historischen Entwicklung von Wissenssystemen***

Die zweite, eng mit den historischen Veränderungen von Inhalten, Funktionen und Strukturen des gesellschaftlichen Wissens verbundene Frage ist die Frage nach den psychologischen Eigenarten der Kognition auf den verschiedenen Stufen der historischen Entwicklung. Welchen historischen Veränderungen sind die psychologischen Prozesse unterworfen, die beim mentalen Umgang mit Wissenssystemen eine Rolle spielen?

Es ist naheliegend und sachlich gerechtfertigt, die Kognition auf den historischen Stufen der kognitiven Entwicklung und insbesondere die charakteristischen kognitiven Leistungen, deren erstmaliges Auftreten das Erreichen einer neuen Stufe jeweils signalisiert, mit Kategorien der heutigen psychologischen Forschung zu beschreiben. Insbesondere

lassen sich die Kategorien, die für die Beschreibung der kognitiven Leistungen auf den verschiedenen Stufen des ontogenetischen Entwicklungsprozesses herangezogen werden, auch bei der Beschreibung der kognitiven Funktionen und Strukturen in anderen historischen Perioden verwenden. Dies führt allerdings zwangsläufig dazu, daß die historische Abfolge immer entwickelterer kognitiver Leistungen eine gewisse Parallelität mit dem ontogenetischen Entwicklungsprozeß aufweist, denn in beiden Fällen stellen die kognitiven Leistungen, die das Erreichen einer neuen Stufe kennzeichnen, bei den frühen Entwicklungsstufen elementarere kognitive Funktionen dar als bei den späteren. In dem Maße, in dem solche kognitiven Leistungen universeller Natur sind, die jeweiligen historischen Umstände jedoch nur äußerliche und kontingente Bedingungen ihrer epigenetischen Entfaltung, besitzt diese Parallelität auch eine theoretische Bedeutung. Die historische Entwicklung kognitiver Leistungen ist dann nur eine Resultante des gleichen epigenetischen Prozesses, der auch die Ontogenese der grundlegenden kognitiven Funktionen und Strukturen bestimmt. In dem Maße jedoch, in dem solche kognitiven Leistungen kulturspezifischer Natur sind, ist umgekehrt die ontogenetische Entwicklung als Rekonstruktion kulturell repräsentierter, kognitiver Strukturen zu interpretieren. Das Universalismusproblem ist also noch in einem weiteren Sinne für die Interpretation der historischen Entwicklung von kognitiven Grundkategorien bedeutsam als oben dargestellt, nämlich für die Beantwortung der Frage nach dem Verhältnis zwischen den Entwicklungsgesetzen der ontogenetischen und denen der historischen Entwicklung von Wissenssystemen.

Normalerweise bleiben allerdings solche Implikationen psychologischer Untersuchungen unausgesprochen. Hier verdient Piagets Theorie der Psychogenese von Grundbegriffen des wissenschaftlichen Denkens besondere Beachtung, denn Piaget gehört zu den wenigen Psychologen, die die impliziten geschichtstheoretischen Konsequenzen psychologischer Universalismusannahmen konkret expliziert haben. (1950/1972/73, 1978; Piaget & Garcia, 1989).

Folgt man der Interpretation, die Piaget den Ergebnissen seiner entwicklungspsychologischen Studien gegeben hat, dann gibt es einen festen Kanon von universellen logischen und mathematischen Strukturen der Kognition, die insbesondere die historisch unveränderliche Grundlage der Arithmetik, der Geometrie und der Physik bilden. Wenn sich diese kognitiven Strukturen bereits für die frühesten Stufen der historischen Ent-

wicklung nachweisen ließen, dann wäre ihre Epigenese ein spezifisches Phänomen der ontogenetischen Entwicklung. Nun kann jedoch, zumindest für einige der rezenten schriftlosen Kulturen - deren Denken Piaget als "prälogisch" charakterisiert - als gesichert gelten, daß diese Strukturen nicht oder nur erst rudimentär ausgebildet sind. Konsequenterweise zieht Piaget den Schluß, daß die historische Entwicklung arithmetischer, geometrischer und physikalischer Begriffe zunächst eine Phase der Entwicklung in strikter Parallelität zur ontogenetischen Entwicklung durchlaufen haben muß, und zwar bis zu dem Punkt, an dem diese Begriffe ausgebildet sind, d. h. bis zu einer Stufe, die im wesentlichen dem Alltagsdenken eines Erwachsenen in der modernen Kultur entspricht. Die weiterführende historische Entwicklung des mathematischen und physikalischen Wissens beruht - folgt man Piagets Theorie - auf dieser universellen Grundlage, ist jedoch im Gegensatz zu der vorangehenden, epigenetisch determinierten Phase in ihrem Ergebnis offen. Wann der Wendepunkt von der Vorgeschichte zu dieser eigentlichen Geschichte der betroffenen Wissensstrukturen erreicht wurde, läßt sich historisch bestimmen. Er liegt dieser Theorie zufolge für den Zahlbegriff bereits in der Zeit vor den frühen Hochkulturen, für den physikalischen Kraftbegriff dagegen erst in der Zeit Newtons.

Diese Konsequenzen, die Piaget aus seinen Universalismusannahmen gezogen hat, entbehren der historischen Plausibilität. Man kann daraus nur den Schluß ziehen, daß diese Annahmen fehlerhaft sind und in eine Form gebracht werden müssen, die mit der historischen Entwicklung in Einklang zu bringen ist (Damerow, 1993b). Sieht man jedoch von diesem Mangel der Theorie Piagets einmal ab, dann macht sie auch deutlich, daß sich in bezug auf die historische Entwicklung eine Reihe von originär psychologischen Fragen zum Erwerb, zur Speicherung, zur Anwendung und zur Veränderung von Wissen stellen, die die historische Forschung allein nicht zu beantworten in der Lage ist. Historiker behelfen sich in dieser Situation zumeist mit Plausibilitätsüberlegungen, die jedoch oftmals einer ernsthaften psychologischen Überprüfung nicht standhalten. Einige Beispiele mögen erläutern, welche historische Aufgabenstellung daraus der Wissenspsychologie erwächst.

Im Falle der Wissenssysteme in schriftlosen Kulturen der Prähistorie sind die Schwierigkeiten, die Funktionen und Strukturen dieser Systeme zu ermitteln, hauptsächlich in dem Mangel an Informationen über mentale Prozesse in der Zeit vor der Erfindung der Schrift begründet. Eine konsequente Anwendung der von der kulturvergleichenden Psy-

chologie gewonnenen Erkenntnisse über das Denken in noch existierenden schriftlosen Kulturen auf die archäologischen Zeugnisse von bereits intellektuell geprägten, vorschriftlichen Kulturen würde maßgeblich dazu beitragen, die Beliebigkeit der zumeist anachronistischen Spekulationen über die voranzusetzenden kognitiven Leistungen durch begründete Hypothesen zu ersetzen. Die vorhandenen Ansätze in diese Richtung, beispielsweise Versuche zur psychologischen Interpretation paläolithischer graphischer und symbolischer Aktivitäten (David, Sterner & Gavua, 1988; Davidson & Noble, 1989; Lewis-Williams & Dowson, 1988) oder die Versuche, Piagets Theorie auf ethnologisches Befunde zu beziehen (Hallpike, 1979/1984), haben bereits zu einer vielversprechenden Versachlichung der Diskussion um die biologischen und historischen Ursprünge kognitiver Leistungen geführt.

Von der Periode der Wissenssysteme in frühen Schriftkulturen an geben geschriebene Dokumente Aufschluß über das vorhandene Wissen und die Art und Weise des Umgangs mit Wissensbeständen. Besondere Beachtung verdient hier das neuartige Expertenwissen, das in dieser Periode erstmals zu finden ist. Eines der offenkundigen Probleme besteht darin, daß in dieser Periode das Wissen noch eng auf bestimmte Handlungsabläufe bezogen ist, ohne deren Kenntnis die kognitiven Funktionen dieses Wissens kaum zu bestimmen sind, über die jedoch selten hinreichende Informationen vorliegen. Beispielsweise sind uns die verschiedenen Formen von "vorgriechischer Mathematik" in den frühen Schriftkulturen (Babylonien, China, Ägypten, Mittelamerika) durch zahlreiche Quellen überliefert, deren mathematischer Inhalt im allgemeinen ohne allzu große Schwierigkeiten in modernen Begriffen rekonstruiert werden kann, deren Heuristik jedoch so fremdartig anmutet, daß der Sinn der dokumentierten Operationen dunkel bleibt. Man begnügt sich daher oftmals damit, die Struktur der Texte in moderner Terminologie wiederzugeben und in modernen mathematischen Kategorien zu deuten, obwohl insbesondere von seiten der Philologie schon frühzeitig das Programm formuliert wurde, das Expertenwissen in seiner Eigenbegrifflichkeit zu rekonstruieren; für die babylonische Kultur beispielsweise von Landsberger (1926). Die Frage, auf welchen Wissensbeständen die dokumentierten Lösungen der mathematischen Probleme beruhen und mit welchen Repräsentationen und welchen kognitiven Operationen sie erzielt worden sein können, ist dagegen bis heute in den seltensten Fällen untersucht worden. Gerade mit solchen Untersuchungen sind aber in jüngster Zeit die interessantesten Ergebnisse zum Verständnis vorgriechischer mathematischer Texte erzielt worden, deren Bedeutung für die Frage nach der Natur der

Deduktivität kaum zu überschätzen sein dürfte; vgl. beispielsweise zu rezenten Naturvölkern im Übergang zur Schriftkultur: Scribner und Cole (1981); für die babylonische Mathematik: Høyrup (1990); für die chinesische Mathematik: Chemla, (1991).

Das sprachlich reflexiv strukturierte Wissen der Wissenssysteme von Kulturen mit verselbständigter Wissensproduktion stellt eine weitere Herausforderung der historischen Überlieferung an die Wissenspsychologie dar. Die in den Dokumenten dieser Periode zum ersten Male beobachtbaren Strukturen (dialogische Form der Darstellung, Ontologie, deduktive Ordnung, Bedeutungsfestlegung durch Definition, Reflexion auf die sprachliche Darstellung etc.) sind so eng mit bekannten psychologischen Prozessen (Abstraktion, Generalisierung, Begriffsbildung, Reflexion etc.) verknüpft (Nelson, 1992), daß ein Verständnis ihrer Emergenz in einer bestimmten Periode der historischen Entwicklung von Wissenssystemen gleichermaßen zur Klärung der psychologischen Natur solcher, die deduktive Struktur moderner Theorien konstituierenden Prozesse und zur Klärung ihres historischen Ursprung beitragen würde.

Mit den Wissenssystemen der europäischen Neuzeit kommt als ein neues Moment der Entwicklung von Wissenssystemen die gezielte, erfahrungsgeleitete Konstruktion von theoretischen Modellen hinzu. In dieser Entstehungsperiode des modernen Denkens sind durch die Konstruktion mentaler Modelle, die wahrscheinlich im Alltagsdenken ihren Ursprung hatten, aber nun neuartige, wissenschaftlich gewonnene Erfahrungen integrieren mußten, die Grundkategorien des heutigen naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Weltbildes geschaffen worden (Damerow et al., 1991). Die starke Individualisierung, die mit der Überwindung der kanonischen Theorieformen des Mittelalters in dieser Periode verbunden war, eröffnet der psychologischen Erklärung der mit dieser Entwicklung verbundenen kognitiven Leistungen besondere Möglichkeiten. Dennoch steht hier einer intensiven wissenschaftshistorischen Erforschung der historischen Details dieser Entwicklung ein Defizit der Aufklärung der Problemlösungsprozesse und der heuristischen Strategien gegenüber, auf denen die einschneidende Veränderung des Denkens in der Periode nach der Kopernikanischen Wende beruht.

Die Entstehung des spezialisierten Expertenwissens im Rahmen verobjektivierter Begriffs- und Theoriestrukturen schließlich, das zum Kennzeichen der Wissenssysteme im Industriezeitalter geworden ist, besitzt insofern eine besondere Aktualität, als die aus die-

ser Entwicklung entstandenen Probleme des Erwerbs, der Kommunikation und der Integration von Fachwissen bis heute nicht überwunden sind und zu eigenen wissenspsychologischen Forschungsrichtungen (Expertiseforschung, Konzeptualisierung und Entwicklung von Expertensystemen etc.) geführt haben. Die Aufklärung der Entstehungsbedingungen, unter denen Wissenssysteme die Struktur des modernen Fachwissens und die Funktion eines Mittels für hoch spezialisierte Problemlösungsprozesse in einer hochgradig arbeitsteiligen Form der Produktion von Wissenssystemen angenommen haben, trägt daher unmittelbar dazu bei, die Probleme zu lösen, derentwegen die Wissenspsychologie als eigener Zweig der Psychologie entstanden ist.

Vergleicht man auch nur diesen kursorischen Problemkatalog mit der eingangs gegebenen Übersicht über psychologische Studien, die die historische Entwicklung der Kognition in der einen oder anderen Weise zum Gegenstand haben oder die Kognition in anderen historischen Epochen zumindest in einem gewissen Umfang berücksichtigen, so wird deutlich, daß zwischen der akribischen Rekonstruktion der Realgeschichte durch die Historiker und den bislang nur erst sehr eklektischen Ansätzen zur Rekonstruktion der Geschichte der Wissenssysteme und ihrer sich historisch grundlegend verändernden Strukturen und Funktionen durch die Psychologen ein eklatantes Mißverhältnis besteht. Allein schon die geringe Zahl solcher Studien und die wenigen Hinweise, die sich aus ihnen für eine Beantwortung der den historische Wandel von Wissenssystemen betreffenden Fragen gewinnen lassen, verweisen darauf, daß hier ein ausgesprochenes Defizit der psychologischen Forschung zu verzeichnen ist.

**Literaturverzeichnis**

- Aebli, H. (1980/81). *Denken: das Ordnen des Tuns*. (2 Bde.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Alt, R. (1956). *Vorlesungen über die Erziehung auf frühen Stufen der Menschheitsentwicklung*. Berlin: Volk und Wissen.
- Ascher, M. & Ascher, R. (1971/72). Numbers and Relations from Ancient Andean Quipu. *Archive for History of Exact Sciences*, 8, 288-320.
- Ashcraft, M. H. (1992). Cognitive Arithmetic: A Review of Data and Theory. *Cognition*, 44, 75-106.
- Bacon, F. (1990). *Novum organum sive indicia vera de interpretatione naturae* (hrsg. von W. Krohn). Hamburg: Meiner. (Erstveröffentlichung 1620)
- Barret, E. (Ed.). (1989). *The Society of Text: Hypertext, Hypermedia and Social Construction of Information*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bell-Krannhals, I. (1990). *Haben um zu geben. Eigentum und Besitz auf den Trobriand-Inseln, Papua New Guinea*. Basel: Wepf.
- Berger, P. L. & Luckmann, T. (1970). *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie*. Frankfurt a. M.: S. Fischer.
- Berry, J. W., Irvine, S. H. & Hunt, E. B. (Eds.). (1988). *Indigenous Cognition: Functioning in Cultural Context* (NATO ASI Series, Vol. D 41). Dordrecht: Nijhoff.
- Besnard, P. (1989). *An Introduction to Default Logic*. Berlin: Springer.
- Block, R. A. (Ed.). (1990). *Cognitive Models of Psychological Time*. Hillsdale: Erlbaum.
- Bobrow, D. G. (Ed.). (1984). *Qualitative Reasoning about Physical Systems*. Amsterdam: North-Holland.
- Boehmer, R. M., Damerow, P., Englund, R. K. & Nissen, H. J. (Hrsg.). (1991/93). *Materialien zu den frühen Schriftzeugnissen des Vorderen Orients (MSVO)* [2 Bde., Reihe wird fortgesetzt]. Berlin: Gebr. Mann.
- Boysen, S. T. & Capaldi, E. J. (Eds.). (1993). *The Development of Numerical Competence: Animal and Human Models*. Hillsdale: Erlbaum.
- Brainerd, C. J. (1979). *The Origins of the Number Concept*. New York: Praeger.
- Brown, D. E. (1991). *Human Universals*. Philadelphia: Temple University Press.
- Bruner, J. S., Olver, R. R. & Greenfield, P. M., et al. (Eds.) (1971). *Studien zur kognitiven Entwicklung*. Stuttgart: Klett. (Original erschienen 1966: Studies in Cognitive Growth)
- Chadwick, J. (1959). *Linear B: Die Entzifferung der mykenischen Schrift*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht. (Original erschienen 1958: The Decipherment of Linear B)
- Chemla, K. (1991). Theoretical Aspects of the Chinese Algorithmic Tradition (First to Third Century). *Historia Mathematica*, 42, 75-98.
- Chomsky, N. (1969). *Aspekte der Syntax-Theorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. (Original erschienen 1965: Aspects of the Theory of Syntax)
- Chomsky, N. (1973). *Strukturen der Syntax*. Den Haag: Mouton. (Original erschienen 1957: Syntactic Structures)
- Clement, J. (1983). A Conceptual Model Discussed by Galileo and Used Intuitively by Physics Students. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (p. 325-339). Hillsdale: Erlbaum.
- Cole, M. & Scribner, S. (1974). *Culture and Thought: a psychological instruction*. New York: Wiley.

- Collins, A. & Michalski, R. (1989). The Logic of Plausible Reasoning: A Core Theory. *Cognitive Science*, 13, 1-49.
- Crane, G. (1991). Composing Culture: The Authoring of an Electronic Text. *Current Anthropology*, 32 (3), 293-302.
- Cunningham, S. & Hubbold, R. J. (Eds.). (1992). *Interactive Learning Through Visualization: The Impact of Computer Graphics in Education*. Berlin: Springer.
- Damerow, P. (1993a). Vorüberlegungen zu einer historischen Epistemologie der Zahlbegriffsentwicklung. In G. Dux (Hrsg.), *Der Prozeß der Geistesgeschichte: Studien zur ontogenetischen und historischen Entwicklungslogik des Geistes* (S. 248-322). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Damerow, P. (1993b). Zum Verhältnis von Ontogenese und Historiogenese des Zahlbegriffs. In W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.), *Die Konstruktion kognitiver Strukturen: Perspektiven einer konstruktivistischen Entwicklungspsychologie* (S. 195-259). Bern: Huber.
- Damerow, P. & Englund, R. K. (1989). *The Proto-Elamite Texts from Tepe Yahya*. With an introduction by C. C. Lamberg-Karlovsky (American School of Prehistoric Research Bulletin, Vol. 39). Cambridge: Harvard University Press.
- Damerow, P., Freudenthal, G., McLaughlin, P. & Renn, J. (1992). *Exploring the Limits of Preclassical Mechanics. A Study of Conceptual Development in Early Modern Science: Free Fall and Compounded Motion in the Work of Descartes, Galileo, and Beeckman*. New York: Springer.
- Damerow, P. & Lefèvre, W. (Hrsg.). (1981). *Rechenstein, Experiment, Sprache. Historische Fallstudien zur Entstehung der exakten Wissenschaften*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Dasen, P. R. (1977). Are Cognitive Processes Universal? A Contribution to Cross-cultural Piagetian Psychology. In N. Warren (Ed.), *Studies in Cross-cultural Psychology*, Vol. 1 (p. 155-201). London: Academic Press.
- David, N., Sterner, J. & Gavua, K. (1988). Why Pots are Decorated. *Current Anthropology*, 29, 365-389.
- Davidson, I. & Noble, W. (1989). The Archaeology of Perception: Traces of Depiction and Language. *Current Anthropology*, 30, 125-155.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of Numerical Abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Diamond, J. (1966). Zoological Classification System of a Primitive People. *Science*, 151, 1102-1104.
- Dröber, W. (1964). *Kartografie bei den Naturvölkern* (Reprint der Originalausgabe von 1903). Amsterdam: Meridian.
- Dux, G. (1992). *Die Zeit in der Geschichte: Ihre Entwicklungslogik vom Mythos zur Weltzeit*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Elias, N. (1984). *Über die Zeit* (hrsg. v. M. Schröter). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Ellen, P. & Thinus-Blanc, C. (Eds.). (1987). *Cognitive Processes and Spatial Orientation in Animal and Man* (NATO ASI Series, Vol. D 36). Dordrecht: Nijhoff.
- Engelkamp, J. & Pechmann, T. (Hrsg.). (1993). *Mentale Repräsentation*. Bern: Huber.
- Englund, R. K. (1990). *Organisation und Verwaltung der Ur III-Fischerei*. Berlin: Reimer.
- Findler, N. V. (Ed.). (1979). *Associative Networks: Representation and Use of Knowledge by Computers*. New York: Academic Press.
- Friedman, W. J. (Ed.). (1982). *The Developmental Psychology of Time*. New York: Academic Press.
- Gardet, L., Gurevich, A. J., Kagame, A., Larre, C., Lloyd, G. E. R., Neher, A., Panikkar, R., Pàttaro G. & Ricoeur, P. (1976). *Cultures and Time*. Paris: Unesco Press.

- Gelb, I. J. (1958). *Von der Keilschrift zum Alphabet: Grundlagen einer Schriftwissenschaft*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gentner, D. & Stevens, A. L. (Eds.). (1983). *Mental Models*. Hillsdale: Erlbaum.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning* (3rd ed). Forth Worth: Harcourt Brace Jovanovich.
- Giere, R. N. (Ed.). (1992). *Cognitive Models of Science* (3rd ed.). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Ginsburg, H. P. (Ed.). (1983). *The Development of Mathematical Thinking*. New York: Academic Press.
- Gladwin, T. (1970). *East is a Big Bird: Navigation and Logic on Puluwat Atoll*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Goody, J. (1987). *The Interface Between the Written and the Oral*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goody, J. (1990). *Die Logik der Schrift und die Organisation von Gesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. (Original erschienen 1986: *The Logic of Writing and the Organization of Society*)
- Gould, S. J. (1989). Eine Venusmuschel ist eine Venusmuschel. In S. J. Gould (Hrsg.), *Der Daumen des Panda* (S. 215-224). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Grossmann, H. (1935). Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur. *Zeitschrift für Sozialforschung*, 4, 161-230.
- Gruber, H. (1981). *Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity* (2nd. ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Grundel, F. (1928/29). *Die Mathematik an den deutschen höheren Schulen* (Beihefte zur Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. W. Lietzmann & W. Hillers (Hrsg.), Bd 12/13). Leipzig: Teubner.
- Hallpike, C. R. (1984). *Die Grundlagen des primitiven Denkens*. Stuttgart: Klett-Cotta. (Original erschienen 1979: *The Foundations of Primitive Thought*)
- Hiepko, P. & Schiefenhövel, W. (1987). *Mensch und Pflanze: Ergebnisse ethnotaxonomischer und ethnobotanischer Untersuchungen bei den Eipo, zentrales Bergland von Irian Jaya (West-Neuguinea), Indonesien*. Berlin: Reimer.
- Hiller, S. & Panagl, O. (1976). *Die frühgriechischen Texte aus Mykenischer Zeit: Zur Erforschung der Linear B-Tafeln*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Hohenzollern, J. G. Prinz von & Liedtke, M. (Hrsg.). (1988). *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Wissenskumulation: Geschichtliche Entwicklung und gesellschaftliche Auswirkungen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Høyrup, J. (1980). Influences of Institutionalized Mathematics Teaching on the Development and Organization of Mathematical Thought in Pre-modern Times. In *Materialien und Studien*, Bd. 20 (S. 7-137). Bielefeld: Institut für Didaktik der Mathematik.
- Høyrup, J. (1990). Algebra and Naive Geometry. *Altorientalische Forschungen*, 17, 27-69, 262-354.
- Hurford, J. R. (1975). *The Linguistic Theory of Numerals*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hurford, J. R. (1987). *Language and Number*. Oxford: Basil Blackwell.
- Hutchins, E. (1980). *Culture and Inference: A Trobriand Case Study* (Cognitive Science Series, Vol. 2). Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Hutchins, E. (1983). Understanding Micronesian Navigation. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (p. 191-225). Hillsdale: Erlbaum.
- Johnson-Laird, P. N. (1993). *Human and Machine Thinking*. Hillsdale: Erlbaum.

- Johnson-Laird, P. N. & Wason, P. C. (Eds.). (1977). *Thinking: Readings in Cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jungnickel, C. & McCormach, R. (1986). *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein*. Chicago: University of Chicago Press.
- Klein, U. (1994). *Verbindung und Affinität - Die Grundlegung der neuzeitlichen Chemie an der Wende vom 17. zum 18. Jahrhundert*. Basel: Birkhäuser.
- Klemm, F. (1979). *Zur Kulturgeschichte der Technik: Aufsätze und Vorträge 1954-1978*. München: Deutsches Museum.
- Klix, F. (1992). *Die Natur des Verstandes*. Göttingen: Hogrefe.
- Klix, F. (1993). *Erwachendes Denken: Geistige Leistungen aus evolutionsbiologischer Sicht*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Köhler, W. (1921). *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen* (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- Kriss-Rettenbeck, L. & Liedtke, M. (Hrsg.). (1986). *Erziehungs- und Unterrichtsmethoden im historischen Wandel*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kuhn, T. S. (1967). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. (Original erschienen 1962: *The Structure of Scientific Revolutions*)
- Landau, B. & Jackendoff, R. (1993). "What" and "Where" in Spatial Language and Spatial Cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 217-265.
- Landsberger, B. (1926). Die Eigenbegrifflichkeit der Babylonischen Welt. *Islamica*, 2, 355-372.
- Langer, J. (1980). *The Origins of Logic: Six to Twelve Months*. New York: Academic Press.
- Langer, J. (1986). *The Origins of Logic: One to Two Years*. New York: Academic Press.
- Lefèvre, W. (1978). *Naturtheorie und Produktionsweise*. Darmstadt: Luchterhand.
- Lefèvre, W. (1981). Rechensteine und Sprache. In P. Damerow & W. Lefèvre (Hrsg.), *Rechenstein, Experiment, Sprache: Historische Fallstudien zur Entstehung der exakten Wissenschaften* (S. 115-168). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Leontjew, A. N. (1973). *Probleme der Entwicklung des Psychischen*. Frankfurt a. M.: Athenäum Fischer.
- Levin, I. & Zakay, D. (Eds.). (1989). *Time and Human Cognition: A Life-Span Perspective*. Amsterdam: North-Holland.
- Levinson, S. C. (1991). *Relativity in Spatial Conception and Description* (Working Paper, Vol. 1). Nijmegen: Cognitive Anthropology Research Group at the Max Planck Institute for Psycholinguistics.
- Levinson, S. C. (1992). Primer for the Field Investigation of Spatial Description and Conception. *Pragmatics*, 2, 5-47.
- Lèvy-Bruhl, L. (1921). *Das Denken der Naturvölker*. Wien: Braumüller.
- Lèvy-Bruhl, L. (1927). *Die geistige Welt der Primitiven*. München: Bruckmann.
- Lewis-Williams, J. D. & Dowson, T. A. (1988). The Signs of All Times: Entopic Phenomena in Upper Palaeolithic Art. *Current Anthropology*, 29, 201-245.
- Liben, L. S., Patterson, A. H. & Newcombe, N. (Eds.). (1981). *Spatial Representation and Behavior Across the Life Span: Theory and Application*. New York: Academic Press.
- Lloyd, B. & Gay, J. (Eds.). (1981). *Universals of Human Thought: Some African Evidence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lonner, W. J. (1980). The Search for Psychological Universals. In H. C. Triandis & A. Heron (Eds.), *Handbook of Cross-Cultural Psychology*, Vol. 1 (p. 143-204). Boston: Allyn and Bacon.
- Luria, A. K. (1971). Towards the Problem of the Historical Nature of Psychological Processes. *International Journal of Psychology*, 6, 259-272.

- Luria, A. K. (1976). *Cognitive Development: Its Cultural and Social Foundations*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Malinowski, B. (1966). *Coral Gardens and Their Magic* (2. Aufl.). London: Allen and Unwin.
- Mandl, H. & Spada, H. (Hrsg.). (1988). *Wissenspsychologie*. München: Psychologie Verlags Union.
- McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (p. 299-324). Hillsdale: Erlbaum.
- McCloskey, M. & Kargon, R. (1988). The Meaning and Use of Historical Models in the Study of Intuitive Physics. In S. Strauss (Ed.), *Ontogeny, Phylogeny, and Historical Development* (p. 49-67). Norwood: Ablex.
- McDermott, D. (1982). A Temporal Logic for Reasoning About Processes and Plans. *Cognitive Science*, 6, 101-155.
- Miller, A. I. (1984). *Imagery in Scientific Thought Creating 20th-Century Physics*. Boston: Birkhäuser.
- Minsky, M. L. (1975). A Framework for Representing Knowledge. In P. H. Winston (Ed.), *The Psychology of Computer Vision* (p. 211-277). New York: McGraw-Hill.
- Minsky, M. L. (1985). *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster.
- Nelson, T. O. (Ed.). (1992). *Metacognition: Core Readings*. Boston: Allyn and Bacon.
- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Nissen, H. J., Damerow, P. & Englund, R. K. (1991). *Frühe Schrift und Techniken der Wirtschaftsverwaltung im alten Vorderen Orient* (2. Aufl.). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Nissen, H. J. & Englund, R. K., unter Mitarbeit von Damerow, P. (1993). *Die Lexikalischen Listen der Archaischen Texte aus Uruk*. Berlin: Gebr. Mann.
- Opwis, K. (1992). *Kognitive Modellierung: Zur Verwendung wissensbasierter Systeme in der psychologischen Theoriebildung*. Bern: Huber.
- Piaget, J. (1972/73). *Die Entwicklung des Erkennens*. (3. Bde.). Stuttgart: Klett. (Original erschienen 1950: Introduction à l'épistémologie génétique)
- Piaget, J. (1978). Die historische Entwicklung und die Psychogenese des Impetusbegriffs. In G. Steiner (Hrsg.), *Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Bd 7: Piaget und die Folgen* (S. 64-73). Zürich: Kindler.
- Piaget, J. & Garcia, R. (1989). *Psychogenesis and the History of Science*. New York: Columbia University Press.
- Piattelli-Palmerini, M. (Ed.). (1980). *Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. London: Routledge.
- Pick, H. L., jr. & Acredolo, L. P. (Eds.). (1983). *Spatial Orientation: Theory, Research, and Application*. New York: Plenum.
- Pinxten, R. (Ed.). (1976). *Universalism versus Relativism in Language and Thought*. Den Haag: Mouton.
- Pinxten, R., von Dooren, I. & Harvey, F. (1983). *Anthropology of Space: Explorations into the Natural Philosophy and Semantics of the Navajo*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Poortinga, Y. H. (1992). Towards a Conceptualization of Culture for Psychology. In S. Iwawaki, Y. Kashima & K. Leung (Eds.), *Innovations in Cross-Cultural Psychology. Selected Papers from the Tenth International Conference of the International Association for Cross-Cultural Psychology* (p. 3-17). Amsterdam: Swets & Zeitlinger.

- Renn, J. (1993). Einstein as a Disciple of Galileo: A Comparative Study of Concept Development in Physics. *Science in Context*, 6, 311-341.
- Saxe, G. B. & Posner, J. K. (1983). The Development of Number Cognition: Cross-Cultural Perspectives. In H. P. Ginsburg (Ed.), *The Development of Mathematical Thinking* (p. 292-317). New York: Academic Press.
- Schiefenhövel, W. & Bell-Krannhals, I. (1986). Wer teilt, hat teil an der Macht: Systeme der Yams-Vergabe auf den Trobriand Inseln, Papua-Neuguinea. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, 116, 19-39.
- Schmandt-Besserat, D. (1992). *Before Writing*. Austin: University of Texas Press.
- Scribner, S. (1975). Recall of Classical Syllogism: A Cross-Cultural Investigation of Error on Logical Problems. In R. J. Falmagne (Ed.), *Reasoning: Representation and Process in Children and Adults* (p. 153-173). Hillsdale: Erlbaum.
- Scribner, S. & Cole, M. (1981). *The Psychology of Literacy*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Sethe, K. (1939). *Vom Bilde zum Buchstaben: Die Entstehungsgeschichte der Schrift*. Leipzig: Hinrichs.
- Shneiderman, B. & Kearsley, G. P. (1989). *Hypertext Hands On! - An Introduction to a New Way of Organizing and Accessing Information*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Steele, A. D. (1965). Über die Rolle von Zirkel und Lineal in der griechischen Mathematik. In O. Becker (Hrsg.), *Zur Geschichte der griechischen Mathematik* (S. 146-202). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Stern, E. (1920). Probleme der Kulturpsychologie. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 3, 267-301.
- Stevenson, R. J. (1993). *Language, Thought and Representation*. Chichester: Wiley.
- Stichweh, R. (1984). *Zur Entstehung des modernen Systems wissenschaftlicher Disziplinen: Physik in Deutschland 1740-1890*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Szabó, Á. (1968). *Anfänge der griechischen Mathematik*. München: Oldenbourg.
- Thompson, J. E. S. (1960). *Maya Hieroglyphic Writing*. Norman: University of Oklahoma Press.
- van de Vijver, F. J. R. & Hutschemaekers, F. J. M. (Eds.). (1990). *The Investigation of Culture: Current Issues in Cultural Psychology*. Tilburg: Tilburg University Press.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1987). Theories of Knowledge Restructuring in Development. *Review of Educational Research*, 57, 51-67.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: a Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Wapner, S. & Kaplan, B. (Eds.). (1983). *Toward a Holistic Developmental Psychology*. Hillsdale: Erlbaum.
- Weinert, F. E. & Waldmann, M. R. (1988). Wissensentwicklung und Wissenserwerb. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 161-199). München: Psychologie Verlags Union.
- Werner, H. & Kaplan, B. (1963). *Symbol Formation: An Organismic-Developmental Approach to Language and the Expression of Thought*. New York: Wiley.
- Wertheimer, M. (1925). Über das Denken der Naturvölker: Zahlen und Zahlgebilde. In M. Wertheimer (Hrsg.), *Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie* (S. 106-163). Erlangen: Palm & Enke.
- Wertheimer, M. (1957). *Produktives Denken*. Frankfurt a. M.: Kramer. (Original erschienen 1945: Productive Thinking)
- Wertsch, J. V. (Ed.). (1985). *Culture, Communication, and Cognition: Vygotskian Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Whorf, B. L. (1963). *Sprache, Denken, Wirklichkeit* (hrsg. v. P. Krausser). Reinbek: Rowohlt. (Original erschienen 1956: *Language, Thought, and Reality*, selected writings of B. L. Whorf, ed. by J. B. Carroll)
- Wiser, M. (1988). The Differentiation of Heat and Temperature: History of Science and Novice-Expert Shift. In S. Strauss (Ed.), *Ontogeny, Phylogeny, and Historical Development* (p. 28-48). Norwood: Ablex.
- Wiser, M. & Carey, S. (1983). When Heat and Temperature Were One. In D. Gentner, & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (p. 267-297). Hillsdale: Erlbaum.
- Wolff, M. (1978). *Geschichte der Impetustheorie: Untersuchungen zum Ursprung der klassischen Mechanik*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Wozniak, R. H. & Fischer, K. W. (Eds.). (1993). *Development in Context: Acting and Thinking in Specific Environments*. Hillsdale: Erlbaum.
- Wundt, W. (1900-1920). *Völkerpsychologie: Eine Untersuchung der Entwicklungsgesetze von Sprache, Mythos und Sitte*. (10 Bde.) Leipzig: Kröner.
- Wygotski, L. S. (1969). *Denken und Sprechen*. Frankfurt a.M.: Fischer (Original erschienen 1934: *Izbrannye psichologiceskie issledovanija: myslenie i rec*).
- Zilsel, E. (1976). *Die sozialen Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft* (hrsg. v. W. Krohn). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.