


Egon Daldorf

Zur Ontogenese des Geistes

Über die Ontogenese des menschlichen Geistes unter
Rückgriff auf die Entwicklung des psychologischen Selbst
und des Gehirns

agenda Verlag
Münster
2006 

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

© 2006 agenda Verlag GmbH & Co. KG
Drubbel 4, D-48143 Münster
Tel. +49-(0)251-799610 | Fax +49-(0)251-799519
info@agenda.de | www.agenda.de
Umschlaggestaltung, Layout und Satz: Uta Walossek
Druck und Bindung: SoWa, Warschau/PL

ISBN-10: 3-89688-282-1
ISBN-13: 978-3-89688-282-0

Zusammenfassung

Die Untersuchung geht von der Auffassung aus, dass alles, was sich entwickelt, danach auch existiert. Aus einer systemtheoretisch-funktionalistischen Perspektive wird der Geist als Teil der internen Führungsinstanz oder Leiteinrichtung des Menschen definiert, seine Aufgaben und Tätigkeiten beschrieben sowie seine Wesensmerkmale festgestellt. Nach dem Was richtet sich die Untersuchung dann auf das Wie der Ontogenese des Geistes. Von den drei Konzepten, dem Weltkonzept, dem Selbstkonzept und dem Fremdkonzept, die den Existenzvollzug des Menschen sicherstellen, ist nur der Aufbau des Selbst mit der Ontogenese des Geistes verbunden, die über die Entwicklung seines wichtigsten Merkmals, des Reflexionsvermögens verfolgt werden kann. Die Untersuchung des Wodurch führt zur Grundlage dieser Entwicklung, zur Reifung des Gehirns. Diese Reifung besteht zum einen aus einer Zunahme von Gewicht und Volumen und einem dynamischen Auf- und Abbau der Neuronen und zum anderen aus dem geordneten Aufbau von Strukturen und Funktionen, die eine solche Entwicklung erst möglich machen. Die hier bei einem Einzelproblem zur Anwendung gebrachte synoptische Methode soll ein beispielgebender Versuch sein, die Ergebnisse der Philosophie, der Psychologie und der Neurowissenschaft in Übereinstimmung zu bringen.

Abstract

The study is based on the assumption that everything that develops will also exist thereafter. From a functionalist perspective based on systems theory, I will define the mind as part of the internal command and control or guidance entity of man, describe his tasks and activities and determine his essential features. After dealing with the what the paper will then focus on the how of the ontogeny of mind. Of the three concepts securing the realisation of human existence, i. e. the concept of the world, the self-concept and the concept of the other, only the construction of the self is linked to the ontogeny of mind. This can be observed through the development of its most important feature, the self-reflection capacity. The study of the whereby leads to the basis of this development, i. e. the maturing of the brain. This maturing consists, on the one hand, of an increase in weight and volume and a dynamic generation and degradation of neurons and on the other hand of the controlled constitution of structures and functionalities

which make such a development possible. The synoptical method applied to an individual problem in this study intends to be an exemplary attempt to achieve congruency of the results found by philosophy, psychology and neuroscience.

1. Einleitung

Mit dem Begriff *Geist* bezeichnen wir die höchste Ebene der internen Führungsinstanz des Menschen. Seine Manifestationen sind der Verstand und die Vernunft. Er ist bei der Geburt nur der Potenz nach gegeben, entfaltet sich aber beim heranwachsenden Menschen bis zu einem Stadium, in dem die Entwicklung in eine Stabilisierung übergeht. Sein Kennzeichen ist sein Reflexionsvermögen, die Reflexivität seiner Akte.

Wenn man den Menschen als biologisches System definiert und ihn zusammen mit seiner Umwelt als kybernetisches System begreift (Stachowiak, 1975, S. 5 u. 6), dann ist die Instanz, die wir traditionell als *Seele* bezeichnen, die Leiteinrichtung dieses kybernetischen Systems. Aus systemtheoretischer Sicht ist die Leiteinrichtung *Seele* vergleichbar mit einem Regler, der in einer Hierarchie von Systemen eine übergeordnete Position einnimmt. Die entscheidende, zentrale Einheit innerhalb des Reglers ist das Regelwerk selbst, das regulierende Zentrum, dort laufen Vorgänge wie Abwägen und Auswählen oder Denken und Entscheiden ab (Daldorf, 2005, S. 198).

Im Unterschied zum Tier verfügt der Regler des Menschen über eine weiterentwickelte Selbstleitung, d. h. der Regler leitet zum einen das kybernetische System Mensch-Umwelt und wird dabei aber gleichzeitig von einer integrierten Instanz mit reflexiver Charakteristik, die wir traditionell als *Geist* bezeichnen, selbst wieder geleitet. Unter *Leiten* werden hier die Tätigkeiten

- das Überwachen der Systemzustände,
- der Schutz des Systems,
- die Auswertung der eingegangenen Informationen und
- das Eingreifen in die laufenden Prozesse

verstanden (DIN 19222 u. Daldorf, 2005, S. 193). Die Selbstleitung *Geist*

ist in der Lage, die Führungsgrößen, das sind die während der kognitiven und soziokulturellen Entwicklung gewonnenen Maßstäbe, nach denen sich Regler und Selbstleitung ausrichten, bei Bedarf sofort zu korrigieren oder langfristig zu ändern (Daldorf, 2005, S. 245/246). Zusätzlich verfügt die Selbstleitung über die Möglichkeit zur Selbstreflexion, bei diesen Vorgängen oder Zuständen können Entscheidungsprozesse überdacht, geändert oder optimiert werden. Selbstleitung und Selbstreflexion sind Alternativschaltungen des Geistes, die sich gegenseitig ausschließen. Entweder ist Selbstleitung oder Selbstreflexion geschaltet. Die beiden Aktivierungen werden über eine Entweder/Oder-Schaltung je nach Bedarfslage des Organismus von einem hierarchisch niedriger stehenden System angesteuert. Umgangssprachlich werden diese beiden Schaltungen in ihren unterschiedlichen Bezügen zur Umwelt durch die Ausdrücke *geistesgegenwärtig* und *geistesabwesend* treffend wiedergegeben.

Der Geist ist ein integrierter Bestandteil der Seele. Er verfügt zwar als höchste Ebene dieser internen Führungsinstanz über eine gewisse Eigenständigkeit, wird aber andererseits von den Vorleistungen der hierarchisch niedriger stehenden Systeme getragen. Seine Kennzeichen sind: Reflexivität, Intentionalität und Bewusstheit, d. h., geistige Vorgänge oder Zustände – also Ereignisse – sind reflexiv, intentional und bewusst. Diese Eigenschaften stehen in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander. Kristallisationspunkt ist die Reflexivität, die sich aus der Funktion des Geistes als selbstleitende Instanz ergibt. Die Reflexivität ist einerseits intentional, weil sie sich immer auf etwas richtet und andererseits ruft sie durch die Wendung auf sich selbst dabei Bewusstheit hervor.

Instanzen wie die *Selbstleitung* und die *Selbstreflexion der Selbstleitung* sind Umschreibungen für die Tätigkeiten des Geistes, die eine Brückenfunktion haben. Sie orientieren sich an Elementen mit reflexiver Charakteristik und adaptiven bzw. optimierenden Funktionen in technischen Regelwerken, die schon seit den 50er Jahren beschrieben werden (Flechtner, 1972/Oppelt, 1972). Bei der Verwendung des systemtheoretischen Ansatzes und der regelungstechnischen Begrifflichkeit zur Erklärung des Seele/Geist-Systems wird nur von einer Analogie ausgegangen und keine ontologische Gleichsetzung vorgenommen. Das Erklärungsmodell dient lediglich dazu, etwas komplexes und schwer zu durchschauendes mit Hilfe von etwas bekanntem und weitgehend verstandenem zu beschreiben. Das Modell hat darüber hinaus auch noch den Vorteil, dass sich damit

neurowissenschaftliche Erkenntnisse widerspruchsfrei und sinnvoll zusammenfügen und alltagspsychologische Gegebenheiten ohne Erklärungslücke zuordnen lassen.

Wenn die Reflexivität das charakteristische Kennzeichen des Geistes ist und man davon ausgehen kann, dass alles was sich entwickelt, danach auch existiert, dann ist die Entwicklung des Reflexionsvermögens beim heranwachsenden Menschen ein Beleg für die Existenz des Geistes.

2. Die Stufen der Entwicklung des Selbst und des Reflexionsvermögens

Der Entwicklungsstand des Menschen beim Übergang in die adulte Stabilisierungsphase ist abhängig von Faktoren wie

- genetische Ausstattung,
- soziokulturelles Umfeld und
- Biographie

und ist daher beträchtlichen interindividuellen Schwankungen unterworfen. Die Ontogenese selbst verläuft dabei auf insgesamt drei Entwicklungslinien

- der Entwicklung der Kognition,
- dem Aufbau des Selbstbildes und
- dem Erwerb der sozialen Kompetenz.

Die einzelnen Linien stehen in Wechselwirkung zueinander. Zusätzlich zu den unterschiedlichen Ausgangsbedingungen laufen die Prozesse der einzelnen Entwicklungslinien mit ungleichen Geschwindigkeiten (Michaelis/Niemann, 2004, S. 46/47). Zeitangaben für Entwicklungsstadien sind daher nur sehr ungenau im Rahmen von Schwankungsbreiten möglich. Beim Übergang in die Stabilisierungsphase verfügt das menschliche Individuum über ein jeweils spezifisches

- Weltkonzept oder Weltbild, wie immer das begründet sein mag, zur Beherrschung der Umwelt,
- ein physisches, psychisches und soziales Selbstkonzept oder Selbstbild zur Einschätzung der eigenen Möglichkeiten und

- ein physisches und psychisches Fremdkonzept oder Menschenbild für soziale Interaktionen.

Der Aufbau dieser Konzepte ist einerseits an die Hirnentwicklung gebunden und resultiert andererseits aus der geordneten ontogenetischen Akkumulation singulärer Erfahrungen. Die Inhalte dieser Konzepte stehen dem Regelwerk und der Selbstleitung des biologischen Systems *Mensch* in Form von Führungsgrößen zur Verfügung. Selbstkonzept und Fremdkonzept bilden zusammen die Alltagspsychologie im engeren Sinne (Daldorf, 2005, S. 156 u. 238). Weltkonzept und Alltagspsychologie sind für den Menschen zur Sicherstellung von Selbst- und Arterhaltung von existenzieller Bedeutung.

Jede Reflexion hat die Existenz eines Subjekts und eines Objekts, auf das das Subjekt reflektiert, zur Voraussetzung. Der Gang der Entwicklung ist dabei so, dass auf der Vorstufe eine aduale Phase gegeben ist, bei der es im Übergang zur nächsten zu einer Teilung kommt, indem das Subjekt aus sich das Objekt entlässt. Die Höhe des Grads der Reflexion ist von der Anzahl solcher Teilungen während der Entwicklung des Subjekts abhängig.

In einem Alter von durchschnittlich viereinhalb Monaten (Piaget/Inhelder, 1980, S. 20) beginnt das Kleinkind, zwischen dem Ich, den Personen und den Dingen zu unterscheiden (ebenda, S. 30), d. h. das Kleinkind vollbringt in dem sich daran anschließenden Zeitraum bis zum 18. Monat seine erste Dezentrierungsleistung (ebenda, S. 23). Dabei kommt es zur Überwindung des *externen* „A dualismus“ oder *externen* „Nicht-Dualismus“ (ebenda, S. 30/31). Diese erste Dezentrierungsleistung durch Differenzierung oder Zuordnung ist die Grundlage für den Aufbau eines Umweltkonzepts, eines Selbstkonzepts und eines Fremdkonzepts. In Bezug auf die Themenstellung wird im Folgenden nur die Entwicklung des Selbstkonzepts weiter verfolgt.

Zwischen 1 ½ und 2 Jahren zu Beginn der „präoperativen Periode“ (Piaget) beginnt die Entdeckung und Entwicklung des Selbst (Oerter/Montada, 1995, S. 247 u. Herschkowitz, 2002, S. 37). Damit bahnt sich eine Entwicklung an, die schließlich zur Überwindung des *internen* A dualismus führt und in der Periode der „konkreten Operationen“ vom 7. oder 8. bis zum 11. oder 12. Lebensjahr (Piaget) zu einem vorläufigen Abschluss

kommt. Das Selbstbewusstsein ist von da an in einer „dauerhaften Form“ gegeben (Piaget/Inhelder, 1980, S. 115). Das Selbst entwickelt dabei ein Konzept von sich, das Selbstkonzept, dessen es sich in den Phasen seiner Aktivierung bewusst ist. Das Selbst hat dadurch, wenn nicht irgendwelche Störungen vorliegen, jederzeit einen Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen seines Trägersystems *Mensch* und dabei Zugriff auf alle innerhalb dieses Systems zur Verfügung stehenden Informationen und Kräfte. Das Selbstkonzept geht aus dem Körperschema hervor, das während der „sensomotorischen Periode“ von 0 bis 18 Monaten (Piaget) durch Empfindungen bei Bewegungen und Berührungen aufgebaut wird. Im Anschluss daran wird der ursprüngliche interne A dualismus des Subjekts durch Bildung einer internen Instanz, des Selbsts, in eine dualistische Existenzform überführt, d. h. in eine Aufspaltung in Subjekt und Objekt, in Selbst und Körper unter Beibehaltung seiner Ganzheit. Daher kann man hier von einer echten Reflexion, von der Rückwendung einer Ganzheit auf sich selbst sprechen.

Das Wort *Selbst* ist ein Begriff der wissenschaftlichen Psychologie und gleichzeitig das Pendant der systemtheoretischen *Selbstleitung* (Daldorf, 2005, S. 245), die oben bereits dargestellt wurde. Mit dem Begriff Selbstleitung wird das Selbst in seiner Funktion als interne Leit- und Führungsinstanz gekennzeichnet. Dass dem Selbst das Merkmal *reflexiv* zugeordnet werden kann, daran besteht auf Grund seiner Stellung und seiner Funktion im System *Mensch* kein Zweifel. Auch ist evident, dass es von Wachheit, Aufmerksamkeit und Intentionalität begleitet ist. Ebenso besteht, weil so häufig der Begriff *Selbstbewusstsein* benutzt wird, offenbar weitgehender Konsens darüber, dass sich bei Vorgängen und Zuständen des Selbst Bewusstheit einstellt. Das sind aber alles auch wieder Merkmale des Geistes (Daldorf, 2005, S. 212-222), daher kann die *Entwicklung des Selbst* mit der *Ontogenese des Geistes* weitgehend gleichgesetzt werden.

Dem Fortschreiten auf den einzelnen Entwicklungslinien liegt ein Geschehen zugrunde, das man als *allgemeine Gesetzlichkeit der Reflexionsentwicklung* bezeichnen kann. Diese Regelhaftigkeit wurde von Reto Luzius Fetz, Karl Helmut Reich und Peter Valentin (2001) – allerdings ohne es so zu bezeichnen – als Fazit aus ihren Untersuchungen zur Weltbildentwicklung abgeleitet. Danach entfaltet sich das Reflexionsvermögen nach einer „Nullstufe“ in zwei Schritten.

1. Nullstufe der Reflexion, *nichtreflektierendes* Denken:
Behauptungen werden unverbunden nebeneinander stehen gelassen (ebenda, S. 143, 144 u. 317).
2. 1. Stufe, *objektreflektierendes* Denken:
Reflexion auf Erkenntnisgegenstände, Objektreflexion, der Erkennende vergegenwärtigt sich, *was* er erkennt, das Kind reflektiert auf der Ebene der von ihm vorgestellten Objekte (ebenda, S. 143, 144 u. 317).
3. 2. Stufe, *mittelreflektierendes* Denken:
Reflexion auf Erkenntnismittel, Mittelreflexion, der Erkennende ist sich bewusst, *womit* er erkennt. Dazu gehören die Stufen,
 - mittelreflektierend 1:*
einzelne Denkelemente, einzelne Vorstellungen und Begriffe werden reflektiert
 - und
 - mittelreflektierend 2:*
ganze Denksysteme oder menschliches Denken überhaupt wird reflektiert (ebenda, S. 143, 144 u. 317).

Die vorläufige Einordnung der Reflexionsentwicklung von Fetz/Reich/Valentin orientiert sich mit einigen Vorbehalten an den vier Stufen der Intelligenzentwicklung nach Piaget und den Einteilungen des Lebenslaufs nach Oerter/Montada, 1995. Die Nullstufe der Reflexion beginnt nach der völligen Überwindung des externen Adualismus wohl zwischen 2 und 4 Jahren zu Anfang der Kindheit (4.-11./12. L.J., Oerter/Montada, 1995, S. 249) und liegt damit in der Mitte der „präoperativen Periode“ (1 ½ -7 J., Piaget). Diese Phase tritt mit dem 9./10. Lebensjahr, noch in der Kindheit, in der Mitte der „konkretoperativen Periode“ (7-11 J., Piaget) in die „objektreflektierende Stufe“ (Fetz/Reich/Valentin, 2001, S. 160) ein. Mit dem Übergang von der Kindheit zum Jugendalter (11.-18. L.J., Oerter/Montada, 1995, S. 312), am Anfang der „formaloperatorischen Periode“ (11/12-14/15 J., Piaget) beginnt die Entwicklung der „mittelreflektierenden Stufe“, genauer „mittelreflektierend 1“ (Fetz/Reich/Valentin, 2001, S. 160 u. 360). Etwa mit 16 Jahren, also zum Ende der „formaloperatorischen Periode“ ist dieser Aufbau abgeschlossen und „mittelreflektierend 1“ (16.-19. L.J.) setzt ein (Fetz/Reich/Valentin, 2001, S. 160). Danach überlappen sich die „objektreflektierende Stufe“ und die Entwicklung von „mittelreflektierend 1“ zu grob geschätzt 70%. Vom 19. Lebensjahr an beginnt „mittelreflektierend 2“ mit nach oben offenem Ende (Fetz/Reich/Valentin, 2001,

S. 160). Für diese Unterstufe gilt das Gleiche, wie für die höchsten Stufen Lawrence Kohlbergs: nur wenige werden sie erreichen! Beziehungen zwischen ihrem Modell und den Systemen von Jean Piaget und Lawrence Kohlberg haben Fetz/Reich/Valentin bereits selbst hergestellt. Der Verfasser würde allerdings noch anfügen, dass sich die Untersuchungen von Friederike Holz-Ebeling zur Entwicklung des Fremdkonzepts hier durchaus noch eingliedern ließen. Gewisse Parallelen zwischen der „objektreflektierenden Stufe“ und der „Selbstleitung“ (Daldorf) sowie der „mittelreflektierenden Stufe“ und der „Selbstreflexion der Selbstleitung“ (Daldorf) sind nicht zu übersehen, möglich ist, dass die Selbstleitung und die Selbstreflexion der Selbstleitung sich während der Ontogenese des Menschen genauso nacheinander entwickeln wie die Stufen des Reflexionsvermögens.

3. Die allgemeine postnatale Hirnentwicklung

Die Entwicklung der menschlichen Fähigkeiten ist an die Reifung des Gehirns gebunden. Diese Reifung erschöpft sich aber keineswegs in der einfachen Zunahme von Gewicht und Volumen, sondern besteht im Wesentlichen aus dem Aufbau von Strukturen und Funktionen.

Bei der Geburt wiegt das menschliche Gehirn etwa 300-400 g (Maier/Am-bühl-Caesar/Schandry, 1994, S. 18) und erreicht beim normalen Erwachsenen ca. 1.100-1.500 g (Rauber/Kopsch, 1987, S. 120). Nach der Geburt wächst das Gehirn nicht gleichmäßig, sondern in Schüben (Kolb/Whishaw, 1996, S. 420). Es beträgt zu Beginn des Lebenslaufs 30% des erwachsenen Gehirns (Herschkowitz, 2002, S. 34) und legt während des 1. Schubs (3 bis 10/15 Monate) noch einmal 30% zu (Rauber/Kopsch, 1987, S. 120). In den folgenden vier Schüben

- 2. bis 4. Lebensjahr,
- 6. bis 8. Lebensjahr,
- 10. bis 12. Lebensjahr und
- 14. bis 16. Lebensjahr

kommen dann je noch einmal 5-10% hinzu (Kolb/Whishaw, 1996, S. 420). Der Aufbau des Gehirns erfolgt stetig und nicht in Sprüngen. Auch hier gilt der Satz: *natura non facit saltus* (Leibniz) und wenn dabei von *Schüben*

gesprochen wird, dann sind damit Perioden mit starkem Gehirnwachstum gemeint (ebenda).

Das postnatale Wachstum des Gehirns und der Aufbau der Strukturen erfolgt über

- die Entwicklung der Dendriten,
- die Bildung von synaptischen Verbindungen und
- die Myelinisierung

(Kolb/Whishaw, 1996, S. 416).

Dendriten sind die baumartigen Verästelungen, die vom Zellkörper ausgehen. Zellkörper, Axon und Dendriten bilden die Nervenzelle, das Neuron;

Synapsen sind Kontaktstellen, meist an Axonen, an denen Erregungen an Dendriten, Zellkörper oder Axon des nachgeschalteten Neurons weitergeleitet werden;

Myelinisierung ist die Umhüllung eines Axons mit einer Isolierschicht, der Myelinscheide, die von den Gliazellen gebildet wird und die die Leitungsgeschwindigkeit erhöht;

(Zilles/Rehkämper, 1998, S. 43 – 69). Bei der Geburt verfügt das Gehirn des Menschen über 10 – 20 Mrd. Nervenzellen (Rauber/Kopsch, 1987, S. 2). In den Wachstumsphasen geht ein Teil der Neuronen mit ihren Dendriten und Axonen durch Zelltod verloren, die Volumenverluste werden aber durch das Wachstum der Nervenzellen und deren Verzweigungen sowie die Myelinisierung der Axone der vorhandenen Neuronen mehr als ausgeglichen (ebenda).

Schon vor der Geburt sind die Nervenzellen bereits mit einem Axon ausgestattet. Die Entwicklung der Dendriten beginnt ebenfalls pränatal, reicht aber weit in den postnatalen Lebensabschnitt hinein (Kolb/Whishaw, 1996, S. 418). Nach der Geburt setzt ein starkes Wachstum der Dendriten ein und ist, sicher in abgeschwächter Form, auch bis zu einem Alter von 70 Jahren möglich (Herschkowitz, 2002, S. 27). Der funktionelle Un-

terschied zwischen Dendriten und Axonen ist so, dass erstere dem Erregungseingang und letztere dem Erregungsausgang dienen. Die Bildung der Synapsen beginnt lange vor der Geburt (15. W.) und hat ihre größte Dichte im Alter von 2 bis 3 Jahren (ebenda). 50% davon gehen bis zum 16. Lebensjahr wieder verloren (Kolb/Whishaw, 1996, S. 420), ein weiterer Teil bis zum 19. (Herschkowitz, 2002, S. 27). Ab einem Alter von 19 Jahren gleichen sich Auf- und Abbau der Synapsen aus (a. a. O., S. 29). Die Myelinisierung beginnt ebenfalls schon pränatal (25. W.), hier werden die primären sensorischen und motorischen Areale bereits teilweise erfasst. Die sekundären Areale werden in den ersten 4 Monaten nach der Geburt myelinisiert und danach die tertiären (Kolb/Whishaw, 1996, S. 420). Die Myelinisierung findet in drei Schüben statt

- von der Geburt bis zum 2. Lebensjahr,
- während der Pubertät im Alter von 5 bis 15 Jahren und
- zwischen dem 30. und dem 60. Jahr

(Herschkowitz, 2002, S. 24). Den optimalen Leistungsgrad erreicht das Gehirn, zumindest der Möglichkeit nach, erst nach Abschluss der Myelinisierung im Erwachsenenalter, etwa ab dem 30. Lebensjahr (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 100, 133 u. 164).

Die Myelinisierung [ist daher]... ein Maß für den Reifegrad der Strukturen.

(Kolb/Whishaw, 1996, S. 420).

4. Der Aufbau der Strukturen und Funktionen

In der Literatur wird immer wieder die Auffassung vertreten, dass die Ontogenese des menschlichen Gehirns nach dem Muster der Phylogenese abläuft (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, 1994, S. 20). Ursprünglich stammt dieser Gedanke wohl von Hegel, nachzulesen in der *Vorrede* zu seiner *Phänomenologie des Geistes*. Diese Auffassung ist zwar nicht ganz richtig, aber wenn man bereit ist, einige Vorbehalte zu akzeptieren, dann kann diese Behauptung als Arbeitshypothese zunächst erst einmal so stehen bleiben (vgl. Markowitsch/Welzer, 2005, S. 17 u. 99). Daran anknüpfend wird hier der Schluss gezogen, dass die evolutionsgeschichtlich jüngeren Systeme zum Zeitpunkt der Geburt weniger weit entwickelt sind als die älteren (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, a. a. O.). Das würde bedeuten, dass

der Hirnstamm in der Reifung am meisten fortgeschritten ist, gefolgt von dem sehr alten Paläocortex, dem alten Archicortex und dem limbischen System. Der Neocortex wäre danach am wenigsten weit gereift. Für diese These spricht, dass die Myelinisierung des Gleichgewichtssystems bei der Geburt schon vollendet ist (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, 1994, S. 19) und das Geruchs- und das Geschmackssystem als sehr alte Sinnesorgane eher ausgereift sind als die phylogenetisch jüngeren (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 74 u. 100). Auch wird die Verwirklichung der angeborenen, primitiven Reflexe wohl durch den Hirnstamm angenommen und deren Verschwinden im 3. Monat als Übernahme durch eine hierarchisch höher stehende erst später entwickelte Struktur gedeutet (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, 1994, S. 20). Zwischen dem 7. bis 10. Monat wird das limbische System zugeschaltet (Herschowitz, 2002, S. 36), damit treten die Emotionen in das Leben des Kindes. Gleichzeitig entwickeln sich dann auch die vertikalen Verbindungen zwischen den emotionalen, subkortikalen und den kognitiven, neokortikalen Zentren (a. a. O., S. 43).

Der Reifungsprozess verläuft also von subkortikaler zu kortikaler, genauer: neokortikaler Leitung. In der frühen postnatalen Phase wird das Kind hauptsächlich von subkortikalen Reflexen geleitet. Im Zuge der Entwicklung erfolgt dann eine Übergabe von Funktionen an die höhere kortikale Ebene. Wenn die kortikalen Strukturen dann noch nicht über den erforderlichen Reifegrad verfügen und das ist offensichtlich häufig der Fall, kommt es zum Stillstand oder Rückschritt in der Entwicklung von Funktionen oder Befähigungen, die aber später, wann auch immer, aufgeholt werden (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, 1994, S. 153). Die Ausführungen im 3. Abschnitt geben die näheren Erklärungen dazu. Offenbar gibt es aber häufiger solche Ebenenwechsel im Verlauf der menschlichen Ontogenese. Hier ist zunächst auf die Zeit bis zum 1. Lebensjahr und dann noch einmal während der Adoleszenz (1. – 21. LJ) hinzuweisen (Herschowitz, 2002, S. 43), genauer vielleicht während der Pubertät (Roth, 2006, S. 56). Über weitere Ebenenwechsel können hier keine Aussagen gemacht werden. Entwicklungsrückschritte hatte schon Lawrence Kohlberg bei seinen Untersuchungen festgestellt, sie aber auf Methodenfehler zurückgeführt. Stillstände bei der Reifung beruhen auch darauf, dass das Wachstum der Strukturen zunächst in Vorleistung gehen muss bis sich Schritt für Schritt neue Funktionen oder Befähigungen ausbilden können. Die Entwicklung der Strukturen und Funktionen ist daher weitgehend intermittierend. Die Aussagen, das Wachstum des Gehirns ist

stetig und der Aufbau der Strukturen und Funktionen ist weitgehend intermittierend, sind Erkenntnisse aus verschiedenen Untersuchungen, die bisher unverbunden nebeneinander standen. Daraus ergibt sich aber, wie hier gezeigt werden konnte, kein Widerspruch, weil beide Erkenntnisse zusammengehören. Sie sind ganz einfache Erklärungen eines Vorgangs aus zwei unterschiedlichen Perspektiven.

Der Neokortex oder die Hirnrinde ist der Teil des Gehirns, der sich zuletzt entwickelt, wobei die einzelnen Untergliederungen zu verschiedenen Zeiten reifen. Der Aufbau der Systeme läuft dabei in folgender Reihung an

- das motorische System,
- das somatosensorische System,
- das visuelle System und
- das akustische System.

Die Areale, die die Entwicklung der verschiedenen Führungs- und Leitprozesse steuern, reifen später (Turner/Helms, 1995, S. 178-180). Die Entwicklung verläuft während der ersten Monate relativ langsam, ab dem 3. Monat dann schneller (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, 1994, S. 20). Das motorische System macht im 1. Lebensjahr große Fortschritte (Herschowitz, 2002, S. 36). Das somatosensorische ist bei der Geburt vergleichsweise am weitesten gereift, gefolgt von dem akustischen und dem visuellen. Danach beschleunigt sich die Entwicklung des visuellen Systems derartig, dass es am Ende des 1. Jahres allen anderen voraus ist (Maier/Ambühl-Caesar/Schandry, 2002, S. 20). Das akustische System kommt dagegen erst im Vorschulalter zur Vollendung (a. a. O., S. 19). In der Zeit vom 1. bis zum 8. Lebensjahr wachsen die Verschaltungen zwischen den funktionellen Zentren des Neokortex und zu den hierarchisch niedriger stehenden Strukturen. Ebenso kommt es zur Entwicklung der Gedächtnissysteme und der Sprachzentren (Herschowitz, 2002, S. 41). Im 2. Lebensjahr bauen sich dann auch beschleunigt die Verbindungen zwischen den Hirnhälften auf (a. a. O., S. 37).

In Fortführung des Ansatzes von Turner/Helms reifen als nächstes, bis zum Ende des dritten Lebensjahres, die Assoziationskortex (Roth, 2006, S. 56) und dann der präfrontale Kortex. Der präfrontale Kortex ist bei der Geburt kaum myelinisiert (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 91), bekommt aber nach 9 Monaten einen ersten Myelinschub (a. a. O., S. 175). Am

Ende der Pubertät, also bis zum Alter von 16 Jahren, erreicht dieses Areal ein erstes Reifestadium (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 19 u. 155; Roth, 2006, S. 56). Einzelne Teile entwickeln sich jedoch noch bis ins Erwachsenenalter, wohl bis ins 3. Lebensjahrzehnt (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 43/44). Diese Reihenfolge entspricht auch dem Verlauf der Phylogenese (Rauber/Kopsch, 1987, S. 382-384, 418-421 u. 437). Die Assoziationskortex sind polymodal, d. h. sie übernehmen Informationen aus den oben angeführten monomodalen Systemen und bilden daraus komplexe Wahrnehmungskonstrukte, die über die Assoziationsfasern dem frontalen Kortex zur Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden (Rauber/Kopsch, 1987, S. 467). Den Funktionen nach, die dem frontalen Kortex in der Literatur übereinstimmend zugeordnet werden (Rauber/Kopsch, 1987; Turner/Helms, 1995; Kolb/Whishaw, 1996; Schmidt, 1998; Walter, 1999; Markowitsch/Welzer, 2005), ist der frontale Kortex das oben definierte *Regelwerk* des biologischen Systems *Mensch*. Im einzelnen besteht dieses Regelwerk aus

- dem dorsolateralen Kortex,
- dem orbitofrontalen Kortex,
- dem anterioren cingulären Kortex
und im weiteren Sinne noch aus
- dem prämotorischen Kortex.

Der anteriore cinguläre Kortex bildet u. a. die Brücke zwischen dem limbischen System (Archicortex) und dem präfrontalen Kortex (Berthoz, 2005, S. 64-69) oder die Schnittstelle zwischen Emotion und Kognition (Walter, 1999, S. 311) und ist damit das Verbindungsglied zwischen dem evolutionsgeschichtlich älteren subcortikalen Leitungssystem und dem evolutionsgeschichtlich jüngeren. Hinweise auf die *Selbstleitung* und die *Selbstreflexion* der Selbstleitung, also die Tätigkeit des *Geistes*, sind also in Verbindung mit den Aktivitäten dieser Areale zu suchen.

Die Frage nach dem menschlichen Geist kann man jetzt dahingehend präzisieren, ob sich für reflexive Vorgänge und Zustände in den obigen Arealen ein neurophysiologisches Korrelat finden lässt. Von den hierarchisch untergeordneten Gebieten gehen Informationen jeweils entweder an den dorsolateralen oder an den orbitofrontalen Teil und von diesen wieder an die Ausgangsgebiete zurück. Wir haben hier also mehrere Schleifen und zwei Entscheidungselemente, Regelwerke, im Zentrum. In diesen

beiden Arealen lassen sich das Weltkonzept, das Selbstkonzept und das Fremdkonzept verorten, d. h. sie sind zumindest über diese zugänglich. Das Fremdkonzept kann dem orbitofrontalen Kortex zugeordnet werden (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 156; Roth, 2006, S. 56), während der dorsolaterale eher für das Welt- und das Selbstkonzept zuständig ist (Markowitsch/Welzer, 2005, S. 154). Die Reifung dieser beiden Teile des frontalen Kortex beginnt relativ spät, verläuft langsamer und endet erst in der Zeit nach dem 30. Lebensjahr. Zusätzlich ist die Entwicklungsgeschwindigkeit des dorsolateralen Teils größer als die des orbitofrontalen (ebenda). Die immer wieder zu beobachtenden, verhaltensbasierten oder verbalen Fehlleistungen von Spätadoleszenten und Frühadulten scheinen das zu bestätigen. Die bekannte Aufteilung der Funktionen zwischen diesen Arealen macht den dorsolateralen Kortex zum Kandidaten für das Zentrum der Selbstleitung und der Selbstreflexion der Selbstleitung (a. a. O., S. 156). Im ersten Fall leitet er den an sich selbstständigen Regler des Systems Mensch und im zweiten betrachtet er selbst sein eigenes Leitungsgebaren. Immer handelt es sich dabei um reflexive, um Schleifenprozesse.

Der präfrontale Kortex im allgemeinen (Vogeley, S. 221 u. 222; Singer, S. 338, beide in Newen/Vogeley, 2001) und der dorsolaterale (die Areale 9, 10, 46 u. evtl. noch 8 n. Brodmann) im besonderen wird als Monitoring-System (Vogeley, a. a. O., S. 227 u. Frith & Frith, a. a. O., S. 253, 254 u. 258), als Überwachungssystem (Walter, a. a. O., S. 273) oder auch als „inneres Auge“ (Singer, a. a. O., S. 338) betrachtet, mit der Befähigung zum Selbst-Monitoring (Vogeley, a. a. O., S. 227) oder zur Introspektion (Frith & Frith, a. a. O., S. 258). Auch hier haben wir es mit reflexiven oder Schleifenprozessen zu tun. Die Tätigkeit einer Selbstleitung erschöpft sich aber keineswegs in der passiven Beobachtung der ihm zugeführten Daten, denn das menschliche Gehirn ist *kein Erkenntnisorgan*, sondern ursprünglich und in erster Linie *ein Überlebensorgan*, d. h. sollte die vom Regelwerk generierte Handlung im Sinne der Selbst- und Arterhaltung unangemessen oder gar die Existenz des gesamten Organismus gefährdet sein, muss die Selbstleitung über die identifizierten Willensstrukturen (Walter, a. a. O., S. 272-274) in die laufenden Prozesse eingreifen und korrigieren. Der dorsolaterale Kortex wird daher zusätzlich auch als „zentrales Exekutionssystem“ (Vogeley, a. a. O., S. 223) oder als „Ausführungssystem“ (Walter, a. a. O., S. 273) bezeichnet. Mit Hilfe der Selbstreflexion der Selbstleitung erfolgt eine Nachbearbeitung der abgelaufenen Ereignisse. In Erwägung gezogen werden hier Vorgänge wie zum Beispiel Reue- und

Selbstrechtfertigungsprozesse (vgl. auch André, 2005, S. 46-50). Auch das, was in unserem Kulturkreis als Gewissen bezeichnet wird, lässt sich hier einordnen. Dabei werden Geschehensverläufe analysiert und je nach Bedarf Verhaltenskonzepte oder Entscheidungsprozesse optimiert, zum Teil auch grundsätzlich geändert. Der dorsolaterale Kortex muss dazu auf das episodische Gedächtnis zurückgreifen und ist daher wohl auch auf die Zusammenarbeit mit dem orbitofrontalen Gebiet angewiesen und vielleicht auf einige andere ebenso. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Vorgänge und Zustände der Selbstreflexion der Selbstleitung auch multilokale Phänomene sind und das Gehirn diesem Prinzip durchgehend treu bleibt. Um aber allen Missverständnissen vorzubeugen, ist auf die weitgehende Ungeklärtheit der Schaltpläne der Selbstleitung und der Selbstreflexion der Selbstleitung hinzuweisen. Wir bewegen uns hier alle in einem überwiegend hypothetischen Rahmen. Zusätzlich wäre in Erwägung zu ziehen, dass die Selbstreflexion der Selbstleitung sich erst nach der Reifung der Selbstleitung entwickelt. Die Frage, wie denn hier der *Geist* eingeordnet werden kann, lässt sich jetzt so beantworten: es gibt kein Areal (n. Brodmann), das als Sitz des *Geistes* bezeichnet werden kann, es sind vielmehr die reflexiven Vorgänge und Zustände des dorsolateralen Kortex und der angeschlossenen Gebiete, die nicht nur gleichzeitig auch intentional, sondern wegen ihrer Reflexivität ebenso von Bewusstheit begleitet sind und damit die Merkmale des Geistes tragen.

5. Zusammenfassung und Deutung

Weitgehende Übereinstimmung besteht darüber, dass bewusste Vorgänge und Zustände eine reflexive Charakteristik haben (Daldorf, 2005, S. 245). Reflexive Vorgänge und Zustände sind aber andererseits auch gerichtet und intentional und Reflexivität, Intentionalität sowie Bewusstheit gelten ebenso als Kennzeichen des Geistes. Daraus ist zu folgern, dass die Entwicklung des Reflexionsvermögens Kennzeichen der Ontogenese des Geistes ist. Dieser Aufbau des Reflexionsvermögens ist an die Entwicklung des Selbst gebunden, die mit dem Erwerb des Körperschemas beginnt. Die Ontogenese des Geistes kann daher weitgehend mit der Entwicklung des Selbst gleichgesetzt werden. Die Überwindung des *externen A dualismus*, d. h., das Kleinkind lernt, zwischen dem Ich und der Umwelt zu unterscheiden und der Erwerb des Körperschemas erfolgen bis zu einem Alter von 18 Monaten. Mit 2 Jahren beginnt die Bewältigung

des *internen Aduanismus*, der Entwicklung des Selbst, des Auseinandertretens des Menschen in Subjekt (I-self) und Objekt (Me-self) und führt im Alter von 9 bis 10 Jahren zur ersten Stufe des Reflexionsvermögens, dem objektreflektierenden Denken. In diesen Zeitraum muss auch der Aufbau der Selbstleitung gelegt werden. Das Kind lernt dabei durch Differenzieren und Zuordnen, sich gegenüber Personen und Dingen je nach Situation variabel zu verhalten und bei Bedarf bisher geltende Erfahrungen, also Regelgrößen, außer Kraft zu setzen oder zu modifizieren oder durch neue zu ersetzen. Im 11. Lebensjahr beginnt parallel der Erwerb der nächsten Stufe des Reflexionsvermögens, des mittelreflektierenden Denkens, der bis zum 16. Jahr geht. Dazu gehört, dass der Heranwachsende Schritt für Schritt begreift, dass sein Verhalten auf Auswahl- und Entscheidungsprozessen beruht und dass er diese ändern kann oder muss, wenn er sein Verhalten zu ändern hat. Es ist keine Frage, dass Reflexionen über Entscheidungsprozesse auf einem höheren Niveau stattfinden als die über Regelgrößen. Mit dem 16. Lebensjahr ist also die Selbstreflexion der Selbstleitung gegeben. Nach der allgemeinen Lebenserfahrung wird die adulte Stabilisierungsphase aber erst mit einem Alter von ca. 30 Jahren erreicht. Ob man hier von Stufungen sprechen kann wie *mittelreflektierend 1 und 2* nach Fetz/Reich/Valentin oder *Stufe 5 und 6* nach Kohlberg muss hier offen bleiben. Verschiedene Grade der Selbstreflexion gibt es jedoch auf jeden Fall. Tatsache ist wohl, dass es für alle Menschen eine absolute Obergrenze für die Selbstleitung und die Selbstreflexion der Selbstleitung gibt und dass jeder einzelne Mensch auf seinem Lebensweg zu diesen Obergrenzen in Abhängigkeit von

- der genetischen Ausstattung,
- dem soziokulturellen Umfeld und
- der Biographie

hier unterschiedlich weit kommt. Der Geist ist daher bei allen Menschen unterschiedlich entwickelt. Das Gleiche gilt ebenso für die Entwicklungslinien des Welt- und des Fremdkonzepts.

Von keinem Menschen kann man mehr verlangen, als sein Gehirn auf Grund seines Entwicklungsstandes zu leisten im Stande ist. Ob wir diesen wichtigen Grundsatz im praktischen Lebensalltag immer beachten, kann bezweifelt werden. Nach einer Latenzphase, in der die wichtigen Grundlagen gelegt werden, beginnt, nachdem die Hirnentwicklung vom

5. bis zum 8. Lebensjahr durch Hirnwachstum und Myelinisierung in Vorleistung getreten ist, etwa mit 9 Jahren – wie bereits gezeigt – die Entwicklung des Reflexionsvermögens. In der folgenden Zeit, vom Ende der Kindheit bis zum frühen Jugendalter von maximal 12 Jahren erwirbt der Heranwachsende viele bedeutende Befähigungen auf allen drei Entwicklungslinien (Piaget, Kohlberg, Holz-Ebeling, Fetz/Reich/Valentin). Der Heranwachsende durchläuft also in dem Abschnitt vom 2. – 4. bis 9. – 12. Jahr – in der Zeit, in der er sich in der Kernzeit im Kindergarten und in der Grundschule befindet – die für sein weiteres Leben wichtigste Entwicklungsphase. An diesen Zeitraum schließt sich in etwa die Pubertät an. Nach weiterem Hirnwachstum und fortschreitender Myelinisierung im 14. und 15. Lebensjahr ist das 16. offenbar ein Schwellenjahr. Das Hirnwachstum, der zweite Myelinisierungsschub und die Pubertät gehen zu Ende, gleichzeitig tritt das Reflexionsvermögen (Fetz/Reich/Valentin) in das mittelreflektierende Stadium, die Moralentwicklung (Kohlberg) in die nächsthöhere Stufe 4 und die formaloperatorische Phase (Piaget) findet ihren Abschluss. Die nächste Schwellenphase liegt wohl im Bereich des 20. Lebensjahrs. Der Auf- und Abbau der Synapsen kommt im Alter von 19 Jahren ins Gleichgewicht, die Mittelreflexion steigt auf die nächsthöhere Stufe und etwas später, ab 23, auch die Moralentwicklung auf die Stufe 5 (Kohlberg). Der letzte Myelinisierungsschub, der mit dem 30. Lebensjahr beginnt und erst etwa mit dem 60. endet, kennzeichnet die abschließende Entwicklungsphase des Gehirns. Wenn diese, aus Gründen, die oben dargelegt wurden, verstärkt das Frontalhirn betrifft und der Myelinisierungsgrad ein Maß für den Reifegrad der Strukturen ist, dann stimmt das mit der allgemeinen Lebenserfahrung überein, dass Spätadoleszente und Frühadulter vor dieser Phase mehr durch verhaltensbasierte oder verbale Fehlleistungen auffallen als über 30-jährige. Auch Kohlberg musste letztendlich feststellen, dass seine Stufe 6 erst ab einem Alter von 30 Jahren möglich ist.

Gegenstand dieser Untersuchung ist die Entwicklung der Befähigungen zur Führung und Leitung des biologischen Systems *Mensch* und ganz besonders die der Selbstleitung und der Selbstreflexion der Selbstleitung. Bei dem eingesetzten Zahlenmaterial handelt es sich dabei nicht um Ergebnisse exakter Messungen, sondern um Mittelwerte empirischer Untersuchungen. Entsprechend ist ihr Status, d. h. die Ergebnisse können sich bei neueren Überprüfungen oder Wiederholungen mit anderen Grundgesamtheiten oder größeren Stichproben durchaus noch etwas ver-

schieben. Im Prinzip zeigen sie aber, von welchen Fakten wir ausgehen können. Die Verbindung von wissenschaftlich-psychologischen und neurowissenschaftlichen Forschungsergebnissen zu einem Beleg für ein philosophisches Erklärungsmodell, also die Anwendung der synoptischen Methode, so wie es hier versucht wurde, zeigt auch die Eigenständigkeit dieser Disziplinen und macht die Reduktionismusdebatte überflüssig. Der Zusammenhang zwischen diesen ist so, dass die Ergebnisse der Neurowissenschaft die der Psychologie begründen können und dass umgekehrt die Resultate der Psychologie die der Neurowissenschaft zu erklären vermögen. Darauf hinzuweisen ist aber auch, dass die hier dargestellten Zusammenhänge im Einzelnen noch ungeklärt sind.

Verwendete Literatur

- André, Christophe, 2005: Ach, hätt ich nicht! Ach, hätt ich doch! In: Gehirn & Geist, Nr. 7-8/2005, S. 46-50. Heidelberg: Spektrum
- Berthoz, Sylvie, 2005: Ich weiss nicht, was soll es bedeuten... In: Gehirn & Geist, Nr. 3/2005, S. 64-69. Heidelberg: Spektrum
- Daldorf, Egon, 2005: Seele, Geist und Bewusstsein: Eine interdisziplinäre Untersuchung zum Leib-Seele-Verhältnis aus alltagspsychologischer und naturwissenschaftlicher Perspektive. Würzburg: Königshausen & Neumann
- DIN 19222 Messen, Steuern, Regeln; Leittechnik, Begriffe (Mrz 1985). Berlin: Beuth
- Fetz, Reto Luzius, Karl Helmut Reich, Peter Valentin, 2001: Weltbildentwicklung und Schöpfungsverständnis: Eine strukturgenetische Untersuchung bei Kindern und Jugendlichen. 1. Aufl., Stuttgart; Berlin; Köln: Kohlhammer
- Flechtner, Hans-Joachim, 1966: Grundbegriffe der Kybernetik: Eine Einführung. Lizenzausgabe der 5. Auflage 1970. Stuttgart: Hirzel, 1972
- Frith, Christopher und Uta Frith, 2000: Wie werden mentale Zustände im Gehirn repräsentiert? In: Albert Newen/Kai Vogetley (Hrsg.). Selbst und Gehirn: Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen. 2. unveränd. Aufl. Paderborn: mentis, 2001, S. 233-263. (Geist - Erkenntnis - Kommunikation)
- Herschkowitz, Norbert, 2001: Das vernetzte Gehirn: seine lebenslange Entwicklung. Unter Mitw. v. Elionore Herschkowitz-Chapman u. Usch Vollenwyder. 2. korr. Auflage, Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber, 2002
- Holz-Ebeling, Friederike, 1989: Alltagspsychologisches Denken. Psychologische Forschungsergebnisse im Urteil von Laien. Heidelberg: Asanger

- Kohlberg, Lawrence, 1968-1984: Die Psychologie der Moralentwicklung. Hrsg. v. Wolfgang Althof unter Mitarb. v. Gil Noam und Fritz Oser. 2. Aufl., Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1997. (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft; 1232)
- Kolb, Bryan/Ian Q. Whishaw, 1996: Neuropsychologie. Übers. Hrsg. von Monika Pritzel. Aus dem Engl. übers. von Marianne Mauchetal., 2. Aufl., Heidelberg; Berlin; Oxford: Spektrum, Akad. Verl.
- Maier, Karin / Gioia Ambühl-Cesar / Rainer Schandry, 1994: Entwicklungspsychologie: Körperliche Indikatoren psychischer Entwicklung. Weinheim: Psychologie-Verl.-Union
- Markowitsch, Hans J./Harald Welzer, 2005: Das autobiographische Gedächtnis: Hirnorganische Grundlagen und biosoziale Entwicklung. Stuttgart: Klett-Cotta
- Michaelis, Richard/Gerhard W. Niemann, 1995: Entwicklungsneurologie und Neuropädiatrie. 3. unveränd. Auflage, Stuttgart; New York: Thieme, 2004
- Newen, Albert/Kai Vogeley (Hrsg.), 2000: Selbst und Gehirn: Menschliches Selbstbewußtsein und seine neurobiologischen Grundlagen. 2., unveränd. Aufl. Paderborn: mentis, 2001. (Geist - Erkenntnis - Kommunikation)
- Oerter, Rolf/Leo Montada (Hrsg.), 1982: Entwicklungspsychologie. Ein Lehrbuch. 3., vollst. überarb. u. erw. Aufl., Weinheim: Psychologie-Verl.-Union, 1995
- Oppelt, Winfried, 1954: Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge. 5., Neubearb. u. erw. Aufl., Weinheim: Verlag Chemie, 1972
- Piaget, Jean/Bärbel Inhelder, fr. 1966/dt. 1972: Die Psychologie des Kindes. 7. Aufl., München: Deutscher Taschenb. Verl., 1998 (dtv 15021)
- Rauber, August/Friedrich Kopsch (Begr.): Anatomie des Menschen. Helmut Leonhard/Bernhard Tillmann/Gian Töndury/Karl Zilles (Hrsg.). Bd. III. Nervensystem, Sinnesorgane. Helmut Leonhard/Gian Tön-

dury/Karl Zilles (Hrsg.). Bearb. v. Brigitte Koch... Neuzeichn. v. Sigrid Heisterberg u. Dietmar Erben. Stuttgart; New York: Thieme, 1987

Roth, Gerhard, 2006: ICH, ES, ÜBER-ICH: Fallstricke des Unbewussten. In: Gehirn & Geist, Nr. 1-2/2006, S. 56

Schmidt, Robert F. (Hrsg.), 1993: Neuro- und Sinnesphysiologie. 3., korrig. Auflage, Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1998. (Springer Lehrbuch)

Singer, Wolf, 2000: Ein neurobiologischer Erklärungsversuch zur Evolution von Bewusstsein und Selbstbewusstsein. In: Albert Newen/Kai Vogeley (Hrsg.). Selbst und Gehirn: Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen. 2., unveränd. Aufl., Paderborn: mentis, 2001, S. 333-351. (. (Geist - Erkenntnis - Kommunikation)

Stachowiak, Herbert, 1965: Denken und Erkennen im kybernetischen Modell. unveränd. Nachdr. der 2., verb. u. erg. Aufl., Wien; New York: Springer, 1975

Turner, Jeffrey S./Donald B. Helms, 1979: Lifespan Development. 5. Aufl., Wadsworth, Thomson Learning, 1995

Vogeley, Kai, 2000: Selbstkonstrukt und präfrontaler Cortex. In: Albert Newen/Kai Vogeley (Hrsg.). Selbst und Gehirn: Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen. 2., unveränd. Aufl., Paderborn: mentis, 2001, S. 217-231. (Geist - Erkenntnis - Kommunikation)

Walter, Henrik, 1999: Neurophilosophie der Willensfreiheit: von Libertarischen Illusionen zum Konzept natürlicher Autonomie. 2., unveränd. Auflage. Paderborn: mentis, 1999. (Geist - Erkenntnis - Kommunikation)

Walter, Henrik, 2000: Emotionales Denken statt kalter Vernunft. Das Konzept des Selbst in der Neurophilosophie der Willensfreiheit. In: Albert Newen/Kai Vogeley (Hrsg.). Selbst und Gehirn: Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen.

2., unveränd. Aufl., Paderborn: mentis, 2001, S. 265-289. (Geist - Erkenntnis - Kommunikation)

Zilles, Karl/Gerd Rehkämper, 1993: Funktionelle Neuroanatomie: Lehrbuch und Atlas. 3. Komplett überarb. und aktualis. Aufl., Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1998. (Springer Lehrbuch)