

Dichgans, Johannes

Die Plastizität des Nervensystems. Konsequenzen für die Pädagogik

Zeitschrift für Pädagogik 40 (1994) 2, S. 229-246



Quellenangabe/ Reference:

Dichgans, Johannes: Die Plastizität des Nervensystems. Konsequenzen für die Pädagogik - In: Zeitschrift für Pädagogik 40 (1994) 2, S. 229-246 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-108373 - DOI: 10.25656/01:10837

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-108373>

<https://doi.org/10.25656/01:10837>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Zeitschrift für Pädagogik

Jahrgang 40 – Heft 2 – März/April 1994

Essay

- 181 INGO RICHTER
Entscheidungsstrukturen für Bildungsfragen in
offenen Gesellschaften

Thema: Pädagogische Anthropologie

- 195 JÜRGEN OELKERS
Neue Seiten der „Pädagogischen Anthropologie“: Einleitung in den
Schwerpunkt
- 201 DIETER NEUMANN
Pädagogische Perspektiven der Humanethologie
- 229 JOHANNES DICHGANS
Die Plastizität des Nervensystems. Konsequenzen für die Pädagogik
- 247 ROLF GÖPPEL
Anfänge der menschlichen Subjektivität
- 265 FRANZ-E. WEINERT/ULRICH GEPPERT/JÜRGEN DÖRFERT/PETRA VIEK
Aufgaben, Ergebnisse und Probleme der Zwillingsforschung –
dargestellt am Beispiel der Gottschaldtschen Längsschnittstudie

Diskussion

- 291 KURT BEUTLER
Erich Wenigers Militärpädagogik in später Wahrnehmung –
Eine Zwischenbilanz
- 303 JOACHIM BENSEL
Ist die Tagesbetreuung in Krippen ein Risiko?
Eine kritische Beurteilung der internationalen Krippenforschung

Besprechungen

- 329 PETER DUDEK
Siegfried Bernfeld: Sämtliche Werke, Bd. 1: Theorien des Jugendalters. Schriften 1914–1938
- 332 FRANZ MICHAEL KONRAD
Gerard Kahn: Janusz Korczak und die jüdische Erziehung. Janusz Korczaks Pädagogik auf dem Hintergrund seiner jüdischen Herkunft
- 335 HEINZ RHYN
Gabriele Strobel-Eisele: Schule und soziale Evolution. System- und evolutionstheoretische Untersuchungen zur Entstehung und Entwicklung der Schule
Christel Adick: Die Universalisierung der modernen Schule. Eine theoretische Problemskizze zur Erklärung der weltweiten Verbreitung der modernen Schule in den letzten 200 Jahren mit Fallstudien aus Westafrika
Christel Adick/Uwe Krebs (Hrsg.): Evolution, Erziehung, Schule. Beiträge aus Anthropologie, Entwicklungspsychologie, Humanethologie und Pädagogik

Dokumentation

- 341 Pädagogische Neuerscheinungen

Contents

Essay

- 181 INGO RICHTER
Educational Decision making in Open Societies

Topic: Pedagogical Anthropology

- 195 JÜRGEN OELKERS
New Aspects of „Pedagogical Anthropology“ – An Introduction
- 201 DIETER NEUMANN
Pedagogical Perspectives of Human Ethology
- 229 JOHANNES DICHGANS
The Plasticity of the Neuro-System – Possible consequences for pedagogics
- 247 ROLF GÖPPEL
The Beginnings of Human Subjectivity
- 265 FRANZ-E. WEINERT/ULRICH GEPPERT/JÜRGEN DÖRFERT/PETRA VIEK
Tasks, Results, and Problems of Research on Twins Illustrated by Gottschaldt's Longitudinal Study

Discussion

- 291 KURT BEUTLER
Erich Weniger's Military Pedagogics
In Retrospect – An interim stocktaking
- 303 JOACHIM BENSEL
Does Day-Care In Crèches Present a Risk?
A critical assessment of international research on crèches

Reviews

329

Documentation

- 341 Recent Pedagogical Publications

JOHANNES DICHGANS

Die Plastizität des Nervensystems

Konsequenzen für die Pädagogik¹

Erfahrung ist auf allen Stufen für die Entwicklung der Intelligenz notwendig ... Der Geist dringt vom reinen Phänomenismus zum aktiven Experimentieren vor, das allein zum Kern der Dinge vorstößt (PIAGET 1936).

Zusammenfassung

Die Rolle von Umwelteinflüssen auf den Erwerb von Sinnesleistungen und Sprachkompetenz wird anhand von Deprivationsexperimenten aufgezeigt. Die so erläuterte Plastizität des Nervensystems beschränkt sich für Teilfunktionen auf kritische Phasen der Kindheit. Nach diesen ist das Gehirn für diese Funktion nicht mehr lernfähig. Neuroanatomische Studien stützen die Feststellung, daß Potentialitäten des Gehirns genetisch vorgegeben, aber teilweise in ihrer selektiven Ausprägung umweltabhängig sind. Daraus werden Schlußfolgerungen für die pädagogische Verantwortung in kritischen Phasen der Erziehung gezogen. Werden diese Phasen nicht genutzt, so sind sie unwiederbringlich vertan.

Einleitung

Es ist die implizite Grundannahme der modernen Hirnforschung, daß alle uns bekannten Verhaltensleistungen, auch die geistigen und seelischen Phänomene, auf Prozessen beruhen, die an das materielle Substrat des Gehirns gebunden sind. Der alte Streit aber, inwieweit Struktur und Funktion des Nervensystems genetisch determiniert sind oder durch Umweltfaktoren bestimmt werden, bewegt die Gemüter bis heute. Es wird zunehmend offenbar, daß beide Faktoren wirksam sind und ineinandergreifen. Hier soll untersucht werden, inwieweit höherentwickelte Gehirne während der Ausbildung ihrer kognitiven Funktionen auf Wechselwirkungen mit der Umwelt angewiesen sind und inwieweit das Ergebnis dieser Wechselwirkung eine irreversibel in sensiblen Entwicklungsperioden festgelegte Strukturordnung darstellt.

Anatomen und Physiologen lehren uns, daß der Feinaufbau des Nervensystems nicht nur die strukturelle Voraussetzung für den lernenden Umgang mit der Welt darstellt – nicht nur die artgemäß erworbene und genetisch fixierte Evolution des Organismus repräsentiert –, sondern daß das einzelne Hirnwesen im Laufe seiner Ontogenese in tätiger Auseinandersetzung mit seiner Umwelt funktionelle und strukturelle Anpassungen vollzieht. Diese Anpassungen optimieren die individuelle Fähigkeit, sich in der Welt zu bewähren. Sie müssen teilweise in einer zeitlich begrenzten Phase der Plastizität stattfinden. Diese Periode wird auch die sensible oder kritische Phase genannt. Hier wird für einige Teilfunktionen Wesentliches gewonnen oder irreversibel verpaßt. Später ist für diese Teilfunktionen das Nervensystem in der Sprache der Tech-

¹ Vortrag im Rahmen des Studium generale, im Januar 1992.

nik „fest verdrahtet“, d.h. die Chance gewonnen oder vertan. Aus dieser Feststellung ergeben sich eine Fülle von Fragen. Solche sind:

- Gilt diese Plastizität im Sinne der begrenzten Offenheit, aber auch Abhängigkeit von Umwelteinflüssen für alle Elemente des Nervensystems? Die Sinne: das Sehen, das Hören, das Fühlen und Riechen? Gilt sie auch für das Handeln? Nur für Bewegung, also Motorik? Gilt sie für die Ankopplung von Sinneserfahrungen an Handlungsentwürfe und Handlungsvollzug? Gilt sie auch für höhere geistige Leistungen, wie den Erwerb der Sprache, die Entfaltung des Denkens, für Motivation und die Fähigkeit, sogenannten Frustrationen standzuhalten? Und gilt sie für die sozialen Fähigkeiten eines Menschen? Gilt sie nur für Fertigkeiten im Sinne des prozeduralen Gedächtnisses?
- Welche Funktionen sind sinnvollerweise zunächst plastisch, aber dann fixiert, und welche Hirnleistungen – so z.B. große Teile des expliziten Gedächtnisses – bleiben zeitlebens für das Lernen offen?
- Was bedeutet es, einen Menschen durch geeignete Frühexposition unwiderruflich zu prägen, und was sind die Folgen der Unterlassung einer solchen Prägung?
- Wie schließlich verhalten sich derartige Prägungen zur menschlichen Freiheit, und was sind die Konsequenzen für die Pädagogik?

Diese Darstellung kann bei begrenztem Umfang die aufgezeigten Themen nur streifen. Viele Fragen bleiben offen. Je mehr man in ein solches Thema eindringt, um so offener wird das Nichtwissen.

Zur Entwicklung des Sehens

Der Mensch wird mit etwa 1/100 der Sehschärfe des Erwachsenen geboren. Er erreicht volle Sehschärfe erst im Alter von drei bis fünf Jahren (BIRCH et al. 1983). Wir wissen heute, daß die meisten Sehrinden-Neurone – das sind die Nervenzellen der auf das Sehen spezialisierten hinteren Hirnanteile – ihre charakteristischen Eigenschaften erst nach der Geburt und nur unter dem Einfluß visueller Erfahrung entwickeln. Bei jungen Katzen unterscheiden sich unmittelbar nach dem Öffnen der Augen in der zweiten Lebenswoche, also zu Beginn der kritischen Phase, die Nervenzellen der Sehrinde in ihren funktionellen Eigenschaften noch deutlich von denen visuell erfahrener erwachsener Tiere. Sie sprechen auf Lichtreize oft nur schwach an, und ihre Antworten lassen sich bei wiederholter Reizung nur schlecht reproduzieren. Ihre rezeptiven Felder, das sind die Areale im Außenraum, die von einer Nervenzelle gesehen werden, erscheinen unscharf begrenzt und oft deutlich vergrößert. Vor allem aber fehlt den meisten Neuronen die für „ausgereifte“ Zellen der Sehrinde so charakteristische Orientierungs- oder Richtungsselektivität, das ist die Fähigkeit, bestimmte Orientierungen oder Bewegungsrichtungen von anderen zu unterscheiden. Nur etwa ein Siebtel der Hirnrinden-Neurone besitzt diese Eigenschaft von Anfang an (SINGER 1990). Wenn die Tiere in normaler Umgebung aufwachsen, entwickeln sämtliche Sehrinden-Neurone, bei der Katze innerhalb weniger Wochen, ihre endgültigen funktionellen Eigenschaften. Werden die Tiere jedoch im Dunkeln und somit ohne visuelle Erfahrung auf-

gezogen, so reifen keine normalen Zellfunktionen aus. Bei fortdauerndem Erfahrungsentzug reagieren nach wenigen Monaten nur noch 30 bis 40 Prozent der Zellen in der Sehrinde überhaupt auf Licht, und das bleibt zeitlebens so.

Damit ist klar, daß frühkindliche Erfahrung visuelle Funktionen erst zur Ausreifung bringt und nicht lediglich stabilisiert und erhält. Volle Funktionsfähigkeit ist also nicht a priori gegeben und atrophiert nur durch Nichtgebrauch, wie ein Muskel, sondern der Erfahrungsentzug in der kritischen Phase bringt den Entwicklungsprozeß auf einer unreiferen Stufe irreversibel zum Stillstand (SINGER 1990).

Die Natur belehrt uns in einigen ihrer durch Normabweichung produzierten Experimente über die Bedeutung von Wechselwirkungen mit der Umwelt bei der Ausbildung von kognitiven Funktionen höher entwickelter Gehirne. So bleiben Kinder zeitlebens auf einem Auge blind, wenn eine angeborene einäugige Linsentrübung (Katarakt) nicht möglichst vor Ablauf des dritten Lebensmonats (MOHINDRA et al. 1983), jedenfalls aber vor Ablauf des zweiten Lebensjahres operativ entfernt und die resultierende Brechungsanomalie nicht durch Einsatz einer künstlichen Linse korrigiert wurde (JACOBSON et al. 1983). Diese entwicklungsabhängige Erblindung auf einem Auge geschieht also unausweichlich, wenn die angeborene Linsentrübung nicht innerhalb der ersten zwei Lebensjahre entfernt wurde. Sie ereignet sich aber nie, wenn eine solche Linsentrübung erst nach dem neunten Lebensjahr, also nach Abschluß der Entwicklung dieser Sehfunktion entsteht. Innerhalb der sensiblen Entwicklungsphase können schon kurze Perioden des einäugigen Verschlusses (beispielsweise wenn aus anderer Ursache eine Augenoperation notwendig wird) zu bleibender Einbuße von Sehschärfe führen (VON NOORDEN 1981). Ganz offenbar bedarf es für die Ausbildung der adäquaten Sehfähigkeit einer scharfen Abbildung von Konturen als dem adäquaten Reiz, also nicht nur von Licht auf die Retina, und dies muß innerhalb einer kritischen Periode vor Ende des zweiten Lebensjahres geschehen. Wie kritisch die Schärfe der Abbildung ist, illustrieren auch Befunde bei Astigmaten, das sind Menschen mit einer zylindrischen Abbildungsunschärfe, also einer Abbildungsunschärfe nur in einer Achse des gesehenen Raumes. Hier entwickelt sich, wenn nicht frühzeitig korrigiert, eine sogenannte meridionale Amblyopie, eine Sehschwäche ausschließlich im Meridian der unscharfen Abbildung (MITCHELL/TIMNEY 1984).

Betrachten wir jetzt die Entwicklung des beidäugigen Sehens, auch Stereosehen genannt. Auch dieses räumliche Sehen hat seine kritische Periode in den ersten beiden Lebensjahren. Entwicklungsunfälle, wie unkorrigiertes Schielen, starker einäugiger Brechungsfehler oder einäugige Linsentrübung, machen die funktionelle Verknüpfung von Neuronen aus korrespondierenden Orten des Augenhintergrundes, der Retina, auf eine dann beidäugig sehende Nervenzelle der Hirnrinde unmöglich.² Schielkinder werden stereoblind. Darüber hinaus können sie, wenn sie nicht alternierend, sondern immer mit ein und

2 Daß die zeitgleiche Erregung (korrelierte Aktivität) das Selektionskriterium für die Ausbildung dauerhafter binokulärer Netzwerkverknüpfungen im visuellen Cortex ist, haben LÖWEL/SINGER (1992) eindrucksvoll gezeigt.

demselben Auge fixieren, auf dem anderen Auge zeitlebens schwachsichtig werden. Sie werden dies bleiben, selbst wenn nach Abschluß der Entwicklungsphase eine für sich genommen erfolgreiche Schieloperation durchgeführt wurde (VON NOORDEN 1980).

Man hat die neuronalen Mechanismen dieser von einer Ausschaltung (Deprivation) natürlicher Umwelteinflüsse abhängigen Entwicklungsstörung experimentell an Tieren studiert, denen ein Auge in der Entwicklungsphase verschlossen wurde oder bei denen ein Schielen operativ bewirkt worden war. Es bestätigte sich der entscheidende Einfluß umweltabhängiger spezifischer Sinneserfahrungen für die Verknüpfung von Nervenzellfortsätzen aus beiden Augen mit einzelnen Nervenzellen der Sehrinde. Nur innerhalb der kritischen Periode ist der Verlust an genetisch präformierter, aber umweltabhängig ausgebauter und fein abgestimmter Beidäugigkeit partiell reversibel, dies um so besser, je eher die funktionelle Deprivation abgebrochen wird.

Frühe visuelle Erfahrung beeinflußt aber nicht nur die Sehschärfe und das beidäugige Sehen, sondern auch die Wahrnehmung der Orientierung von Konturen und der Richtung von Bewegung. Man kann zeigen, daß der Mensch, der in einer Umwelt mit vorwiegend senkrechten und waagrechten Konturen aufwächst, für diese Hauptorientierungen eine größere Fähigkeit der Unterscheidung hat als für schräge Richtungen (BIRCH et al. 1983) und daß er nicht so geboren wird (TELLER et al. 1974), sondern durch Umwelteinflüsse seine Hirnrinde „umerzieht“. Man hat darüber hinaus experimentell an Tieren gezeigt, daß, wenn in der kritischen Periode z. B. nur vertikale Konturen angeboten werden, die funktional überlebenden Neurone nicht mehr auf die 360 Grad der möglichen Orientierung gleich verteilt sind, sondern daß die Vertikale weit überrepräsentiert und die Sehschärfe für alle übrigen Orientierungen deutlich reduziert ist (BLAKEMORE/COOPER 1970). Auch ist gezeigt worden, daß die neuronale Diskriminationsleistung für Orientierung durch visuelles Training zunimmt (BLAKEMORE/VAN SLUYTERS 1975).

Zusammenfassend kann man festhalten, daß die für die Ausbildung der Sehschärfe kritische Phase des Menschen etwa bis zum Schulalter reicht. Andere Funktionen zeigen das Ende ihrer kritischen Periode schon früher. Sehleistungen, die sich bis dahin nicht entwickelt haben oder nicht entwickeln konnten, können später nicht mehr erworben werden. Was sich im Erwachsenenalter wahrnehmen läßt, hängt also ganz entscheidend von der Art frühkindlicher Erfahrung ab.

Es wäre reizvoll nun zu zeigen, daß es entsprechende Befunde zur Entwicklung anderer Sinnessysteme gibt. Auch wäre darzustellen, daß ähnliches für den Erwerb sensomotorischer Funktionen, wie etwa der des Greifens³, gefunden wurde, auch für die Fingerfertigkeit, z. B. eines Pianisten oder die Balanceleistung eines Seiltänzers. Dies soll nicht geschehen. Wir begeben uns zu einer viel höheren und nur dem Menschen eigenen Funktion der Entwicklung der Sprache.

³ Die Trainingsabhängigkeit von Händigkeit und entsprechende Asymmetrien in der Verzweigungsdichte der Dendritenbäume in der so trainierten Armrepräsentation der motorischen kontralateralen Rinde geben morphologische Hinweise auf die tätigkeitsabhängige Nachstrukturierung genetisch präformierter neuronaler Netzwerke (GREENOUGH et al. 1985).

Die Entwicklung der Sprache

Die Entwicklung der Sprache kommt viel später in Gang als die der Sehfunktionen. Sie verläuft in Teilschritten, die der Entwicklung von Teilfunktionen entsprechen. Auch sie hat ihre kritischen Phasen der Plastizität. Nach Abschluß dieser plastischen Phasen ist die Muttersprache fixiert und das Erlernen einer Zweitsprache nur noch begrenzt möglich. Vor der Pubertät, jedenfalls vor dem achten Lebensjahr, kann man eine zweite Sprache unschwer und perfekt erlernen. Dies soll besser sequentiell als parallel geschehen. Nach der Pubertät gelingt der akzentfreie Erwerb einer Zweitsprache nicht mehr (LENNEBERG 1967).

Die Lallphase im ersten Lebensjahr ist genetisch präformiert und transkulturell weitestgehend gleich. Hier wird ein „Alphabet“ von nicht mehr als etwa 100 voneinander unterscheidbaren *Lauttypen*, den sogenannten Phonemen (MACMAHON 1990), produziert und in Anpassung an die Sprachumwelt so selektiert, daß die meisten Sprachen mit 20 bis 30 Lautzeichen auskommen. Die raumzeitlichen Erregungsmuster in der auf Hören spezialisierten Hirnregion werden dabei Erregungsmustern in der motorischen Rinde zugeordnet, die die entsprechenden Artikulationsbewegungen steuern. Was zu ihrer Verbindung führt, ist (in Grenzen) die Gleichzeitigkeit und vor allem die Repetition. Durch Wiederholung der zeitlichen Assoziation von motorischen Mustern und akustischen Rückmeldungen findet das Einlernen von Phonemen statt (BRAITENBERG/PULVERMÜLLER 1992). Dies ist wiederum in den Verknüpfungselementen des Nervensystems, den Synapsen, biophysikalisch strukturell niedergelegt. Es fügen sich so Nervenzellverbände z. T. über große Strecken der Hirnrinde funktionell zusammen – sogenannte „neuronal assemblies“ (HEBB 1949)⁴. Daß diese Form des Lernens irreversibel genutzt oder verpaßt wird, also ihre plastische Phase hat, nach der das Nervensystem in Grenzen festverdrahtet ist, mögen folgende Beispiele illustrieren:

1. Ein Japaner oder Chinese, der in Deutschland geboren wird und hier aufwächst, lernt perfekt Deutsch. Die Module seines Gehirns sind genetisch denen der Deutschen so ähnlich, daß Sprachleistungsdifferenzen nicht zu fassen sind. Kommt er nach Abschluß der plastischen Phase zu uns, so wird er unter anderem die Buchstaben „R“ und „L“ weder hörend noch sprechend⁵ unterscheiden können. Hier ist in einer entscheidenden Entwicklungsphase eine „neuronal Bildungschance“ irreversibel kulturspezifisch genutzt oder verpaßt worden.
2. Man kann zwar jenseits der Pubertät bei Zweitspracherwerb noch eine fremde Sprache fließend sprechen lernen, aber man behält bei Zweitspracherwerb jenseits des sechsten bis achten Lebensjahres nahezu unausweich-

4 Neben fixierten, assoziativen Funktionskreisen („cell-assemblies“, HEBB 1949) sind für grammatikalische Funktionen sog. „synfire chains“ (ABELES 1991) denkbar, die die Reihenfolge von Elementarfunktionen festlegen.

5 Die plastische Phase für das Erkennen von Phonemen scheint erstaunlich früh zu liegen, nämlich zwischen dem sechsten und zwölften Lebensmonat. Säuglinge diskriminieren hörend muttersprachliche und fremde phonetische Kontraste gleichermaßen, Erwachsene zeigen fremdsprachlich erhebliche Defizite (WERKER/TEES 1992).

lich einen fremden Akzent (FLEGE et al. 1992; LONG 1990; TAHTA et al. 1981). Einer der prominentesten Zeugen dieser Tatsache war Josef Conrad, der als Pole ein perfektes Englisch schrieb, aber sprechend seinen nationalen Akzent nie verlor. Man spricht in der linguistischen Literatur geradezu vom Josef-Conrad-Phänomen. Sprach- oder dialektgebundene Sprachmelodien, z. B. diejenigen, die Badisch und Schwäbisch unterscheiden, werden wohl etwas später fixiert, aber es gelingt dem Geübten häufig unschwer, einen Badener an seinem Tonfall zu erkennen, selbst wenn er schon lange in Schwaben gelebt hat.

Insofern also sind die Menschen nicht wesentlich weiter gekommen als die Vögel. Auch Finken lernen ihren Gesang von Artgenossen in einer plastischen Phase vor der Geschlechtsreife. Werden sie über diese hinaus isoliert, so bleiben sie auch nach Aufhebung der Isolation weitgehend stumm (THORPE 1961).

Inhaltsworte, die Gegenstände, Tätigkeiten, Eigenschaften beschreiben, sogenannte Inhaltsmorpheme, erscheinen vom Ende des ersten Lebensjahres an, also wesentlich später. Sie können bis ins hohe Alter gelernt werden. Ihre Verfügbarkeit geht bei pathologischen Prozessen der parieto-temporo-okzipitalen Übergangsregion verloren (GESCHWIND 1970). Es resultiert eine amnestische Aphasie, das ist eine Unfähigkeit, Inhaltsworte zu erinnern. Beispiele für solche Inhaltsmorpheme sind Tisch, Stuhl, Apfel, komm, geh, bleib oder auch dumm, schön und lustig.

Schwieriger als das Erlernen von Inhaltsmorphemen ist das Erlernen der *Funktionsworte*, der Hilfszeitwörter „sein“ und „werden“, der Artikel „der, die, das, ein, eine“, der Konjunktionen und auch der Deklinationen, das Erlernen von Sprachanteilen also, die Bestandteile der grammatikalischen Sprachregeln sind. Derartige Funktionsmorpheme und *grammatikalische Sprachregeln* werden als muttersprachliche Kompetenz zwar später als die Phoneme und Inhaltsmorpheme erworben, sind aber offenbar weitestgehend an präpubertäres Lernen gebunden, wenn volle Sprachverfügbarkeit garantiert sein soll. Die grammatikalische Sprachkompetenz in der Muttersprache ist auch für unregelmäßige Worte im Alter von sechs Jahren weitgehend erreicht. Zuvor gibt es ein Stadium der Imitation und des Lernens, das von einem Stadium des Regelerwerbs und der Regelanwendung (zunächst auch am falschen Ort, z. B. bei unregelmäßigen Verben im Sinne der falschen Generalisation) abgelöst wird, bevor auch die Ausnahmen von Regeln gelernt sind.

Der Erwerb von Sprache hängt offenbar von der artspezifischen Qualität von Modulen ab, die in dieser Form nur dem Menschen zur Verfügung stehen und die von der individuellen Intelligenz teilweise unabhängig sind.⁶ Der Erwerb grammatikalischer Regeln ist sprachspezifisch, kann also insofern genetisch nur instrumentiert, vorbereitet sein und muß umweltabhängig, d. h. kulturell inhaltlich strukturiert werden. In begrenztem Umfang gibt es darüber hinaus

6 Daß die linke Hemisphäre in einem generellen Sinne angeboren die Kompetenz für den Erwerb von Sprachregeln besitzt, wird durch die Tatsache deutlich, daß auch die Zeichensprache tauber Erwachsener leidet, wenn diese eine linkshemisphärische Schädigung erfahren (POIZNER et al. 1990).

auch transkulturelle Grundregeln der Grammatik, die „universal grammar“ von CHOMSKY (1965). Es scheint, daß die Fähigkeit zum korrekten Gebrauch der Grammatik einschließlich der Funktionsmorpheme von der eingelernten Verknüpfung synaptischer Verbindungen im insulären Cortex abhängt und daß diese Verknüpfungen wiederum in einer kritischen Periode erworben oder, z. B. bei ständigem Wechsel der Umgebungssprache, verspielt werden. – So ist es also sicher falsch, mit Kindern in der Babysprache zu reden und sicher falsch, wenn mehrsprachige Eltern mit ihren Kindern eine Sprache sprechen, die sich aus dem individuell verwilderten Gebrauch von Elementen mehrerer Sprachen zusammensetzt. Eine Läsion des insulären Cortex dorsal der BROCASchen Sprachregion im linken Stirnhirn führt zum Agrammatismus.

Im übrigen: Sprache wird nicht vom bloßen Zuhören gelernt. Die Kinder von Taubstummten erlernen das Sprechen nicht am Fernsehen oder gar Radio (ERVIN-TRIPP 1973). Es gelingt der perfekte Spracherwerb offenbar nur in der tätigen Auseinandersetzung mit Sprechern, wobei die Bedeutung der Sprechinhalte auch aus dem Kontext erschlossen wird.

Bevor wir uns nun weiteren komplexeren Entwicklungsphänomenen, wie der Bedeutung von Prägung auf Personen oder des Erwerbs von Motivation und Sozialverhalten zuwenden, soll zunächst zu den biologischen Mechanismen der umweltabhängigen Formung und Festlegung zentralnervöser Verhaltenskompetenz Stellung genommen werden.

Strukturelle Hinweise auf die Plastizität des Nervensystems

Strukturelle Hinweise auf die Plastizität des Nervensystems ergeben sich aus anatomischen Studien der Dichte von Nervenzellen pro Volumeneinheit und der Struktur und Dichte ihrer synaptischen Verknüpfungen in Abhängigkeit vom Alter. Ich betrachte hier nur die Verhältnisse in der Hirnrinde, dem Cortex des Großhirns. Hier sind alle höheren Hirnfunktionen lokalisiert. Die strukturelle Entwicklung des Nervensystems beim Menschen ist mit der Geburt keineswegs abgeschlossen. Sie setzt sich regional unterschiedlich noch über Monate bis Jahre fort. Dabei wird nicht nur aufgebaut, sondern auch geordnet. Zu dieser Ordnung gehört die Fixierung und Verstärkung funktionell wichtiger Verbindungen, aber auch der Abbau funktionell unwichtiger Elemente.

Nehmen wir eine relativ einfache Hirnregion, die *primäre Sehrinde* (Area 17). Hier ist das Größenwachstum im Alter von etwa vier Monaten abgeschlossen, während assoziative Hirnareale erst die Hälfte ihres Volumens erreicht haben. Nachfolgend nimmt das Volumen der Sehrinde leicht ab (HUTTENLOCHER 1990). Betrachtet man ihren Feinaufbau, so ergibt sich, daß die Anzahl der Zellen von der 28. Schwangerschaftswoche an bis zum 70. Lebensjahr etwa gleichbleibt (LEUBA/GAREY 1987). Was zunimmt ist die Dichte der Verknüpfungen zwischen Nervenzellen. Zwischen der Geburt und dem achten Lebensmonat verzehnfacht sich die Anzahl der Verbindungen in der Sehrinde. Danach bildet sich ein Teil der Synapsen, das sind die Kontaktpunkte dieser Verbindungen, zurück. Dies geschieht in Auseinandersetzung mit der visuellen Umwelt, wobei Gebrauch und Nichtgebrauch über die Art und Dichte der später funktionalen Verknüpfungen und den Untergang anderer Potentialitätä-

ten entscheiden.⁷ Das Niveau der Erwachsenen ist für die Sehrinde im Alter von etwa elf Jahren erreicht. Jetzt bestehen nur noch 50 bis 60 Prozent der ursprünglich angelegten Synapsen.

Zum Zeitpunkt der Geburt finden sich also erst zehn Prozent der späteren Verbindungen. In diesem Stadium sind auch die funktionellen Leistungen der Sehrinde gering. Visuelle Aufmerksamkeit, die Fähigkeit zu fixieren oder einem gesehenen Gegenstand mit den Augen zu folgen, sind nur rudimentär vorhanden. Die steile Zunahme der Zahl der Verbindungen um den vierten Lebensmonat findet ihre funktionelle Entsprechung in der raschen Entwicklung von Sehleistung zu gleicher Zeit.

Für das *Stirnhirn* („middle frontal gyrus“), eine phylogenetisch wesentlich jüngere, assoziative Hirnregion, ergibt sich ein deutlich differenter Zeitplan der Entwicklung mit langsamerem Wachstum der Nervenzellantennen (Dendriten) und der Synapsendichte und viel später beginnender Regression der Synapsenzahl, etwa vom siebten Lebensjahr an. Erst im 16. Lebensjahr, also postpubertär, ist hier das niedrigere Niveau (minus 30 Prozent) der Erwachsenen erreicht.

Während also die synaptische Dichte und damit vermutlich die Zahl der noch modifizierbaren plastischen Neurone im visuellen Cortex bis zum Alter von vier bis fünf Jahren noch hoch ist und erst dann abnimmt, geschieht dies im frontalen Cortex erst vom siebten Lebensjahr an, also deutlich später. Man darf folglich annehmen, daß dessen Funktionen auch länger plastisch bleiben. Leider kennen wir diese Funktionen wesentlich weniger gut als die der Sehrinde.

Die Mechanismen, durch welche synaptische Verbindungen bleibend fixiert oder verändert werden, sind nicht im einzelnen geklärt. Gebrauch und Kompetition um Gebrauch (WIESEL/HUBEL 1965) und zeitliche Koinzidenz von Erregung verschiedener Eingänge (Afferenzen), mit einer Zeittoleranz von bis zu 500 ms, führen offenbar zu biochemisch durch Neurotransmitter (BEAR/SINGER 1986) und Neuromodulatoren vermittelten Veränderungen der postsynaptischen Rezeptoren in ihrer Verteilung, Zahl und Empfindlichkeit (CYNADER/SHAW 1986). Das synaptische Lernen (Imprinting) hinterläßt morphologische Veränderungen der postsynaptischen Membran (BRADLEY/HORN 1987).

Eine interessante Hypothese von CHANGEUX/DANCHIN (1976) hat große Beachtung gefunden. Nach dieser ist das Genom, d. h. die Summe der genetischen Informationen zu klein, um sämtliche Synapsen endgültig zu spezifizieren. Die Erbsubstanz präformiert nur die generellen Verbindungen von interagierenden Systemen, überläßt deren optimale funktionale Spezifikation aber der artspezifischen Auseinandersetzung mit der Umwelt (z. B. beim Stereosehen).

Die Rolle *epigenetischer Faktoren* besteht also vorwiegend darin, aus dem genetisch vorgegebenen Repertoire adäquat aktivierte Verbindungen auszuwählen und zu festigen, andere aber abzukoppeln. Diese erfahrungsabhängigen Entwicklungsprozesse haben zumindest auf einer deskriptiven Ebene alle Eigenschaften eines Lernvorgangs. Vermutlich liegen den Modifikationen der neuronalen Verbindungen in beiden Fällen ähnliche molekulare Mechanismen

⁷ Die synaptische Dichte (Spines) auf Dendriten des visuellen Cortex wird bei Jungtieren (nicht bei Adulten) durch visuelle Deprivation stark reduziert (ROTHBLAT/SCHWARTZ 1979).

zugrunde. Ein weiterer Vorteil eines biologischen Selektionsprozesses, der das Überleben neuronaler Verbindungen von ihrer funktionellen Bestätigung abhängig macht, besteht darin, daß so „Irrtümer der Natur“ durch falsches Auswachsen von Neuronen nachträglich unschädlich gemacht werden können.

Höher entwickelte Gehirne sind also während der Ausbildung ihrer kognitiven Funktionen auf Wechselwirkungen mit der Umwelt angewiesen, um funktionelle Kriterien für aktivitätsabhängige Selektionsprozesse zu gewinnen. Dabei können nur spezifische, dem System adäquate Reize wirksam werden. Aufgrund der resultierenden Selektionsprozesse können Systemeigenschaften realisiert werden, die sich mit den „genetischen Anweisungen“ allein nicht oder nur mit gewaltigem Aufwand verwirklichen lassen. Die Rolle der außergenetischen Faktoren (dazu gehört nicht nur die Umwelt, sondern auch der innere Zustand des Organismus) beschränkt sich darauf, aus dem genetischen vorgegebenen Repertoire auszuwählen (SINGER 1990).

Kehren wir nun zurück zu den Erfahrungen über den Einfluß der Umwelt auf menschliches Verhalten und beschäftigen wir uns zunächst mit der radikalsten Form globaler Deprivation.

Deprivationserfahrungen an Menschen

Deprivationsexperimente mit Menschen kann man begrifflicher Weise nicht durchführen. In weitestgehender Form werden sie uns in Gestalt der gar nicht so seltenen Berichte über von Tieren aufgezogene, also aller menschlichen Sozialisation beraubte Findelkinder präsentiert. Diese Berichte sind nicht, wie Mogli aus dem Dschungelbuch KIPLINGS, Gestalten der Literatur gewidmet, sondern stellen die Ergebnisse eines meist schlecht dokumentierten Naturexperimentes dar. Unter diesen geben uns die Geschichten der drei prominentesten „Wilden“, des Kaspar Hauser, des wilden Viktor von Aveyron und der Kamala von Midnapore, die beste Anschauung vom Ausmaß der sozialen Konditionierung der Menschennatur. Diese Berichte werden uns von respektablen Leuten gegeben. So wird über Kaspar Hauser durch ANSELM VON FEUERBACH, den Präsidenten des Appellationsgerichtes in Ansbach (1832), und Dr. DAUMER aus Nürnberg berichtet, über Viktor von Aveyron von JEAN ITARD, den Chefarzt einer Taubstummengestalt, in der der Junge aufgenommen war (1801). J. SINGH, der Rektor eines Waisenhauses in Midnapore, ein Geistlicher, erzählt uns von Kamala (1927). Frühere Berichte wurden von keinem geringeren als JEAN-JACQUES ROUSSEAU (1754) und von CARL VON LINNÉ (1758) gesammelt. Die drei oben genannten und 50 weitere Berichte schließlich wurden von dem Pariser Sozialpsychologen LUCIEN MALSON (1972) zusammengetragen und gedeutet.⁸ Danach ergibt sich folgendes Bild: Die Leistungs- und Verhaltensdefizite der in menschlicher Isolation aufgezogenen Kinder waren unvorstellbar groß. Die meisten der in der Regel von Tieren (Wölfen, Bären, Leoparden, aber auch anderen Tierarten) verschleppten Kinder liefen auf allen

⁸ Die ausgiebigste wissenschaftliche Bearbeitung der späten Entwicklungsmöglichkeiten findet sich bei CURRISS (1977), die eine bis zum 13. Lebensjahr von ihren abnormen Eltern weitgehend in Isolation und sprachlicher Deprivation gehaltene Amerikanerin über nachfolgend sieben Jahre begleitet und studiert hat.

Vieren und erlernten später, wenn überhaupt, den aufrechten Gang nur mühsam. Sie konnten nicht sprechen und auch Sprache nicht verstehen. Der fehlenden Sprachentwicklung entsprach ein grobes Intelligenzdefizit. Weitere Kennzeichen waren ganz im Sinne der funktionellen Anpassung die ungestörte, ja eher geschärfte Funktion mancher Sinne, besonders des Nachtsehens, des Gehörs und des Geruchs, während Empfindlichkeit gegenüber Hitze, Kälte und Schmerz deutlich reduziert war. Alle Autoren weisen mit einer gewissen Verwunderung auf die sexuelle Gleichgültigkeit dieser Wildmenschen hin. Nur einige wenige der fernab von menschlicher Gemeinschaft aufgewachsenen Kinder haben, allerdings rudimentär und sehr langsam, nach ihrer Resozialisation noch Sprechen gelernt. Sie waren sämtlich vor dem Erreichen der Pubertät gefunden worden.

Man kann also JASPERS nur zustimmen, wenn er in seiner „Allgemeinen Psychopathologie“ sagt: Unsere Errungenschaften, unsere Nachahmungen, unsere Erziehung sind es, die uns in psychischer Hinsicht zum Menschen machen, und wird auch MALSON beipflichten, wenn er findet: Bevor der Mensch mit dem anderen und der Gruppe zusammentrifft, besteht er aus nichts anderem als aus Virtualitäten, so flüchtig wie Dunst. Jede Kondensierung setzt eine Umwelt voraus, d. h. die Welt der anderen . . . Es gibt keine „psychologische Vererbung“ . . . , sondern „lediglich eine biologische Vererbung als Gesamtheit von Kräften und Grenzen im Hinblick auf spätere Ziele“ (MALSON 1972, S. 10–14).

Ganz offenbar wird die Entwicklung des individuellen Menschen in viel geringerem Maße durch Instinkte vorangetrieben als beim Tier. Man mag sich fragen, ob nicht notwendigerweise die Instinkte partiell geopfert werden mußten, um dem hochkomplexen, von Lernen und sich anschließender Entwicklung des experimentellen und schöpferischen Denkens geprägten menschlichen Verhalten die notwendige Offenheit zu garantieren.

Verhaltensbiologische Aspekte

Der berühmte Verhaltensforscher KONRAD LORENZ hat in den Jahren nach 1930 die sensitiven oder auch kritischen Perioden für die Prägung eines Instinktverhaltens entdeckt und damit diese Forschungsrichtung der Verhaltensbiologie begründet (LORENZ 1935, 1949).

Prägung: Eine junge Gans, zum Beispiel, folgt nach dem Schlüpfen zunächst beliebigen Gegenständen oder Lebewesen von der Größe eines Huhnes bis zu der eines kleinen Bootes. Dieses instinktive Folgeverhalten bevorzugt zunächst keineswegs Gänse vor Menschen oder Papierkörben, ganz zu schweigen von der leiblichen Mutter. Kommt die kritische Periode, so wird innerhalb weniger Stunden irreversibel festgelegt, wer oder was als Mutter oder Vater zu gelten hat. So wurde Martina, die berühmte Graugans, auf LORENZ geprägt und hat diesem Forscher in beständiger Begleitung viel tiefe Einsichten vermittelt und Fürsorge abgetrotzt.

Völlige *Mutterdeprivation* führt beim Affen (HARLOW 1968) zu schwersten Verhaltensstörungen. Die auch als Kaspar-Hauser-Affen bezeichneten Tiere sitzen zusammengekauert in einer Käfigecke, umklammern den eigenen Leib

mit ihren Armen und geraten bei allen Geschehnissen um sie herum in Panik. Werden sie später zu anderen Artgenossen gebracht, so können sie kein normales Sozialverhalten entwickeln und bleiben Außenseiter bis ans Ende ihres Daseins.

Es ist ganz unwahrscheinlich, daß sich ein ähnliches Prägungsverhalten als Konstituente von Sozialisierungskompetenz nicht auch beim Menschen wiederfindet. In der Tat wird die angstfreie Bindung des Säuglings an seine Mutter im ersten Jahr angelegt. Damit dies geschieht, soll die Mutter dem Säugling selbst alle Mahlzeiten geben und dabei ausgiebig zärtliche Zwiesprache mit ihm halten. Aus der Wiederholung der zeitlichen Kopplung von Triebbefriedigung durch das Stillen und sozialer Begegnung entwickelt sich, so die Hypothese, eine organische Konstitution des Nervensystems, die wir mit Worten wie Urvertrauen umschreiben und die wohl unabdingbare Grundlage einer gesunden Persönlichkeitsentwicklung ist. Ein Säugling, dem die stillende Mutter, weil lesend oder anders interessiert, nicht ihr Gesicht zuwendet, lächelt und schaut ins Leere. Wenn dies stets so geschieht, wird die hier unbeantwortete Anlage zur Zwiesprache, weil nicht durch positive Rückmeldung seitens der Mutter beantwortet, ersterben. Man mag sich fragen, ob ein solches Kind, das eine tragfähige Beziehung zu einer leiblichen oder Pflegemutter nicht aufbauen konnte, überhaupt das volle Repertoire von Bindungs- und Kommunikationsfähigkeit zu entwickeln vermag oder bereits in einer so frühen Phase seines Lebens irreversibel geschädigt ist.

Es ist unzweifelhaft, daß die ersten beiden Lebensjahre die entscheidende individuelle Bildungsphase enthalten (HASSENSTEIN 1973). Das wird noch deutlicher, wenn man die Schädigungen durch schlechte Heimerziehung betrachtet (SPITZ 1946). Wir alle wissen, daß es das auch heute noch gibt, und haben über die Medien aus Rumänien entsprechende Berichte erhalten. In solchen Heimen werden gelegentlich aus Personalmangel die Fläschchen in Drahtgestellen befestigt; noch schlimmer, das die Kinder betreuende Personal wechselt in dieser bezüglich des sozialen Verhaltens störsbarsten Lebensphase häufig und macht damit eine verlässliche Prägung auf eine Pflegeperson unmöglich. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die generelle Bindungs- und Orientierungsunfähigkeit dieser Kinder in so frühen Stadien ihres Lebens häufig irreversibel negativ bestimmt ist.⁹ Ein weiteres Indiz für die Schlüsselfunktion einer guten (familiären) Umgebung für die adäquate Konstitution des menschlichen Nervensystems ist der Befund, daß die Verhaltensentwicklung von Heimkindern gegenüber ihren Altersgenossen, die in Familien aufwachsen, von Monat zu Monat weiter zurückbleibt. Am meisten leidet die Sprachentwicklung und mangels adäquater Förderung von Wißbegier und Spieltrieb auch die intellektuelle Entwicklung (PECHSTEIN 1970). Dies geht bis zur Unfähigkeit, später eine normale Schule zu besuchen.¹⁰

Setzt man die entwicklungsstörende Wirkung der Mutterentbehrung mit der-

9 Der Bindungslosigkeit bei unbefriedigtem Triebstau entspricht zumindest vorübergehend eine vermehrte Neigung zu Körperkontakt bei wahlloser Zutraulichkeit.

10 Lernexperimente bei Ratten und Mäusen haben schon sehr früh offenbart, daß Tiere, die in einem erlebnisreichen (komplexen), Tätigkeit und sozialen Kontakt fördernden Umfeld aufgewachsen sind, besser lernen und antriebsstärker sind als solche, die in einem reiz- oder erlebnisarmen Umfeld groß wurden (HEBB 1949; GREENOUGH et al. 1987).

zeit gültigen Rechtsnormen in Beziehung, so folgt daraus ein Recht jedes Kindes auf eine bleibend betreuende Bezugsperson (HASSENSTEIN 1973). Außerdem sollten Adoptionsrecht und Adoptionspraxis so gestaltet werden, daß kein gesundes Kind mehr in einem Heim aufwachsen muß. Es gibt genügend adoptionswillige und adoptionsfähige Eltern. Die verhaltensbestimmenden Wertmaßstäbe in der Bevölkerung sollten sich dahingehend wandeln, daß die Freigabe eines Kindes zur Adoption, sofern sich die Mutter dazu entschließt, bis zum dritten Lebensmonat erfolgt und daß sie als moralisch hochwertig gilt.

Motivation: Der Mensch empfängt von seiner Umwelt die Definitionen von gut und böse, angenehm und unangenehm, interessant und wichtig. So liebt z. B. der Chinese faule Eier, der Ozeanier verfaule Fische, die alten Tartaren hielten die Prostitution in Ehren, die Griechen sahen weder Ehebruch noch Selbstmord als Verbrechen an, die Thebaner, Kreter, Perser und Gallier ehrten die Päderastie, der Pygmäe schläft auf einer mörderischen Holzforke, der traditionelle Japaner legt sein Haupt auf einen harten Holzklotz (MALSON 1972, S. 27). Seiner kulturellen Umwelt verdankt der Mensch die Art, wie er die Welt sieht und denkt. Vieles davon sind kognitiv erworbene Inhalte, die zwar nicht vergessen, aber doch durch neuen Wissenserwerb und daraus gewonnene Einsicht korrigiert und überwunden werden können. Manches aber wird in den Grundantrieb des Menschen frühzeitig eingebaut und ist später kaum nachzuholen oder auszumerzen.

Es ist zum Beispiel nicht anzunehmen, daß die Ost- und Westjuden genetisch sehr unterschiedlich und damit mit den organischen Voraussetzungen für Intelligenz und Intellektualität sehr different ausgestattet sind. Dennoch, es ist offenbar die über Jahrhunderte geschichtlich gewachsene Kultur, die ganz unterschiedlich formte. So waren die Ostjuden traditionell kleine Handwerker, während die Westjuden als Großkaufleute, Bankiers und Intellektuelle unsere Kultur auf allen Ebenen wesentlich mitbestimmt haben und durch frühe Motivation qua Beispiel und Erziehung noch heute für die Konstitution des amerikanischen Intellektualismus bestimmend sind. Elementar begeisterte Neugier und kreative Interpretationslust charakterisieren die so in frühester Jugend geprägten Kinder einer erfolgreichen Zivilisation. Ganz anders ist die soziale Lage der Ostjuden. Diese haben im Laufe ihrer kulturellen Entwicklung keine ähnliche kulturelle Differenzierung erreicht und dementsprechend ihren Kindern auch keine frühe intellektuelle Prägungschance bieten können.

Im Alter von zwei bis sechs Jahren, dem Spiel- und Erkundungsalter, findet genetisch vorprogrammiert der Aufbruch in die menschliche Welt statt. Parallel zum Aufbau der Sprache, des begrifflichen Denkens und des Bewußtseins entwickelt sich ansatzweise – noch im schützenden Umfeld der Familie – die Selbständigkeit. Dazu gehört eine für die Umwelt gelegentlich sehr lästige, nicht enden wollende Flut von im übrigen häufig sehr originellen Fragen. Davon, wie man diese Fragen aufnimmt und beantwortet und wie man das Kind zum Wissenserwerb führt, hängt vermutlich die geistig-seelische Grundkonstitution des werdenden Menschen wesentlich mit ab: so das Spektrum der Interessen, der Bildungswilligkeit, damit der sozialen Chancen, der Offenheit für Mitmenschen versus der Selbstbezogenheit und gar der Sensus für religiöses

Leben, zumindest eine Grundhaltung der Ehrfurcht. Wenn das aber so ist, dann wird hier der Grund gelegt nicht nur für das Einzelindividuum, sondern wegen der Tendenz zur Wiederholung für die ihm folgenden Generationen seiner Familie. Die Fragen müssen also ernst genommen und pfleglich beantwortet werden. Sie haben unausweichlich Konsequenzen und setzen der beliebigen Selbstbezogenheit von Elterngenerationen eindeutige Grenzen.

Soziales Verhalten: Bezüglich des Sozialverhaltens mag man sich fragen, welches Milieu dazu beiträgt, Kindern den Erwerb der Fähigkeit zum Zurückstellen eigener Wünsche zugunsten anderer Menschen zu ermöglichen und wann dieses Milieu wirksam werden muß. Zunächst müssen die Erwachsenen soziales Handeln vorleben. Das bedeutet *Triebaufschub* und *Triebverzicht* ihrerseits: Konsumverzicht und Verzicht auf andere Wunscherfüllungen also, aber nicht um des Verzichts willen, sondern für den sinnvollen Umgang mit Wünschen im Sinne der wertorientierten und damit sinngebenden Auswahl und erst dann der Erfüllung. Vollständige Triebunterdrückung allerdings würde beim Kind zu Antriebsstau führen, der seinerseits den freien Willen einschränkt. Verwöhnung dagegen fördert die ichbezogene Anspruchshaltung, befriedigt sie aber nicht. Nicht selten bricht später im Sinne des Versuchs einer Selbstheilung ein so verwöhnter Mensch aus allen bisherigen sozialen Bezügen aus, um ein asketisches Leben zu führen und sich dabei, keineswegs obligat allerdings, einer sozialen Aufgabe zuzuwenden, wenn ihm das noch möglich ist.

Weiter bedarf es der *Sozialisation mit Altersgenossen*, möglichst in einer Geschwisterkohorte. Andernfalls kommt es leicht zu einer abnormen Mutterbindung und mangelnder Kontakt- und Gemeinschaftsfähigkeit. Auch hier werden also der sich selbst bestimmenden Elterngeneration durch die natürlichen Bedürfnisse des Kindes und die naturgegebenen Generationenverpflichtungen Grenzen gesetzt. Die Familie mit nur einem Kind ist problematisch. Sie ist nicht kindgerecht. In einer Geschwistergemeinschaft ergeben sich natürliche Interessenkonflikte, die im Verhältnis der Kinder untereinander und zu den Eltern einen Triebverzicht oder Triebaufschub nahelegen und sinngebende Deutungen und damit auch Lob- und Erfolgserlebnisse möglich machen, ja fast erzwingen. Es spricht vieles dafür, daß auch hier die entscheidenden Formungen der Individuen vor der Pubertät stattfinden.

Konsequenzen

Der Mensch ist also kein reines Geistwesen. Mit seinem Körper, auch dem Gehirn ist er Natur(-Mensch). Sein Verhalten ist in unbekanntem Maße biologisch mitbestimmt.¹¹ Die biologischen Verhaltenstendenzen stehen dem, was

¹¹ Studien an erwachsenen, eineiigen, also genetisch identischen Zwillingen erlauben eine Grobabschätzung der anteiligen Bedeutung von Genetik und Umwelteinfluß auf die menschliche Entwicklung. Dabei vergleicht man Zwillinge, die gemeinsam aufwachsen, mit anderen, die früh getrennt und in Pflegefamilien untergebracht wurden (BOUCHARD et al. 1990). Es zeigt sich, daß 70% der Varianz, z.B. des Intelligenzquotienten (IQ) genetisch zu erklären sind. Aber auch soziale Haltung und Religiosität zeigen noch Werte um 50%. Diese erstaunlich hohen Anteile umfassen allerdings auch den durch genetischen Antrieb gesteuerten umge-

wir freien Entschluß nennen, mehr oder weniger stark gegenüber. Der Mensch ist, um mit BLAISE PASCAL zu reden: „Ni ange, ni bête“ oder nach einem chinesischen Sprichwort: „Alles Tierliche steckt im Menschen, aber nicht alles Menschliche im Tier.“ Naturgegebenes kindliches Verhalten beinhaltet, wie wir gezeigt haben, nicht nur den genetisch determinierten Anteil, sondern auch jenen Anteil, bei dem die Natur ein genetisch vorgegebenes Repertoire angeboten hat, das durch die Begegnung mit der Umwelt in sensiblen Phasen selektiert und festgelegt wurde. Zu der, in diesem Sinne einflußnehmenden, prägenden Umwelt gehören nicht nur die stumme Natur, sondern vor allem die Gesellschaft der Eltern und Geschwister, der Kindergarten und die Schule sowie die Spielgenossen. Durch das Zusammenspiel dieser Faktoren wird die spätere „Menschennatur“ unausweichlich und z. T. unkorrigierbar mitgestaltet. Seitens der Eltern und der Gesellschaft wird Verantwortung entweder übernommen oder verworfen. Dadurch wird kindliche Kompetenz gewonnen oder verspielt. Solche Kompetenz beinhaltet Freiheiten zu etwas und schränkt Freiheiten von etwas ein. Hier wird auf dem Boden der genetisch gegebenen Grundbegabung, Freiheit wahrzunehmen, zu handeln und auch zu entscheiden, entfaltet oder verkümmern gelassen, erzogen oder dem Wildwuchs überlassen. Das Ergebnis, so die These, ist zu einem unbekanntem, aber vermutlich unerwartet großen Anteil in kritischen Perioden „festverdrahtete, biologische Potenz“ oder unkorrigierbarer Wildwuchs. Es ist nicht geklärt, ob beim Wildwuchs das Synapsensterben ausgiebiger ist oder, ob im Gegenteil auch das Absterben von Fehlverknüpfungen ein funktionsabhängiges Ordnungsprinzip darstellt. Jedenfalls wird bei orientierender Erziehung durch den wiederholten Gebrauch neuronaler Verbindungen mehr funktionales Substrat gebildet und erhalten als im Falle der Unterlassung.

Freilich erfolgen so durch Dritte zu verantwortende Prägungen, nicht nur im Bereich der persönlichen Bindung und Bindungsfähigkeit, des sozialen Verhaltens in Familie und Gesellschaft mit der Fähigkeit, Triebe zu kontrollieren, und offenbar auch im Bereich der instrumentellen Sinnesleistungen und der Motorik, sowie bezüglich der Motivation bis hin zur Fähigkeit, selbstverantwortend und aus eigenem Antrieb zu arbeiten und dabei Frustrationen auszuhalten, vielleicht sogar Prägungen der Weltanschauung. Aber diese Prägungen sind nur positive oder auch negative Verhaltenstendenzen, die unter Kontrolle gebracht und dem freien Willen unterstellt werden können. Man kann von einer biologischen Verhaltenstendenz, so z. B. dem Zorn oder der Angst, überwältigt werden. Man kann sich gehen lassen oder sie und damit sich beherrschen. Man kann auch in bewußter Entscheidung dasselbe wollen wie „die Stimme der Natur“. Dann ist man mit sich selbst im Einklang (HASSENSTEIN 1973). Verpaßten Kompetenzerwerb kann man nicht nachholen. Wer sich mit 20 entschließt, Pianist zu werden, wird die Kompetenz eines seit seiner Jugend geübten nicht mehr erreichen. Letzterer hat Programme strukturell sozusagen

bungsabhängigen Wissens- und Erfahrungserwerb in einer an Anreizen und Erfahrungsmöglichkeiten gesättigten und in unseren Zivilisationen weitgehend homogenisierten Welt. Dieser wirkt seinerseits beim organischen Ausbau der Intelligenz mit. Bei Zwillingen, die gemeinsam aufwachsen, liegt die Übereinstimmung des IQ dennoch deutlich höher (bei bis zu 88%), so daß „reine Umweltabhängigkeit“ zwar weniger gewichtig, aber doch unbezweifelbar vorhanden und damit pädagogischen Modifikationen zugänglich ist.

in Hardware-Subroutinen niedergelegt, während ersterer alles langsamer und bewußter führen muß.

Auch im Falle der Nichterziehung entsteht also etwas, das als Erziehungsmangelercheinung definiert strukturell und zumindest partiell uneinholbar das Repertoire von Verhaltensmöglichkeiten bleibend einschränkt. Ein so gewachsener Mensch ist zweifelsohne freier von kulturellen Partialdeterminationen, hat aber auch weniger Freiheiten zur Entfaltung oder Unterlassung von Verhaltensweisen. In anderen Worten, unser Konzept vom *Homo sapiens* ist dahingehend zu präzisieren, daß Selbstbestimmung der Erwachsenen nicht ihre größte Freiheit aus dem Wildwuchs in Kindheit und Adoleszenz gewinnt, sondern aus dem Reichtum an Entwicklung der individuellen neurobiologischen Natur, gezogen und behütet durch die vorangehende Generation. Dieser Verantwortung kann sich die Elterngeneration nicht entledigen.

Aus diesen Rahmenvorstellungen ergeben sich einige konkrete Betrachtungen und Anregungen:

1. Das Gehirn muß zur Optimierung seines Repertoires außer-genetische Informationen gewinnen. Damit muß die Umwelt, in die hinein es sich entwickelt, ausreichend differenziert sein. Die Interaktionsmöglichkeiten müssen den Bedürfnissen des jungen Gehirns in seinen jeweiligen Entwicklungsphasen entsprechen und in eventuellen kritischen Phasen uneingeschränkt und vorrangig zur Verfügung stehen. In diesem Zeitraum sollten die jeweils relevanten Umweltbedingungen hinreichend konstant bleiben, damit eindeutige Zuordnungen in Form synaptischer Verknüpfungen möglich werden. Bloße unablässige Anreicherung der Umwelt schafft noch keine optimalen Entwicklungsbedingungen. Übermäßige Vielfalt kann den genetisch vorgegebenen Erwartungen („experience-expectant information storage“, GREENOUGH et al. 1987) mitunter genausowenig entsprechen wie eine zu wenig differenzierte Umwelt. Wenn wir allerdings wissen wollen, welche Umweltbedingungen für die Entwicklung des Traglings Mensch optimal sind, müssen wir erst einmal herausfinden, welches Verhältnis zwischen Vielfalt und Ordnung den verschiedenen Entwicklungsphasen jeweils am besten entspricht (SINGER 1990).
2. Anders als die Tiereltern sind menschliche Eltern nicht durch die Natur gezwungen, ihre Kinder nach den naturhaften, auf das Verhalten des Kindes zugeschnittenen Regeln zu behandeln. Das hat Vor- und Nachteile. Vorteile sind überall da zu erwarten, wo der menschliche Verstand Mittel findet, um gesundheitliche und seelische Gefahren von dem Kinde abzuwenden. Nachteile sind dagegen zu fürchten, wo man gedankenlos oder aufgrund unrichtiger Anschauungen, empirisch ungeprüfter Prinzipien oder Theorien, sozialpolitischer Forderungen, Modeströmungen oder auch nur des aus dem Augenblick geborenen Egoismus von den naturgegebenen Wechselbeziehungen zwischen Kind und Mutter abweicht, so daß körperliche, seelische und geistige Bedürfnisse des Kindes unerfüllt bleiben (HASSENSTEIN 1973).
3. Die wesentlichen neurobiologischen Prägungen erfolgen vor Abschluß der Pubertät. Der überwiegende Anteil erfolgt vor dem Schulalter. Damit ist die Verantwortung der Eltern für die Konstitution der Hirn- und damit Persön-

- lichkeitsentwicklung ihrer Kinder gar nicht hoch genug einzuschätzen. Die Folgen der Unterlassung sind nach Abschluß der kritischen Phasen nur teilweise und in der Regel überhaupt nicht wiedergutzumachen.
4. Es folgt daraus, daß Säuglings- und Kleinkindmüttern oder -vätern nachhaltig von ganztägiger Berufsausübung oder Fortsetzung der Berufsausbildung abzuraten ist.
 5. Die Kindergärten oder Schulen können die Aufgaben des Elternhauses nicht übernehmen, sie jedenfalls nicht nachholen und später auch nicht ersetzen. Ihre Wirkung kommt ins Spiel, nachdem der wesentliche Teil der biologischen Verhaltenskonstitution bereits grundgelegt ist.
 6. Die Erziehung generell und die Schulausbildung insbesondere soll sich nicht am Mittelmaß von Begabung und von sozialen Bedürfnissen einer Gruppe orientieren. Dem besonderen Förderungsanspruch der Schwachen steht ein adäquater Anspruch der besonders Begabten zur Seite. Ein Volk kann um der Integration willen nicht auf die optimale Entfaltung der Hirnleistungsfähigkeit seiner Eliten verzichten.
 7. Es sei den Familien und den Gesellschaften unbenommen, die Ziele ihrer Erziehung jeweils frei zu bestimmen. Dies hat aber in dem Wissen zu geschehen, daß der menschlichen Entwicklung biologisch unausweichlich durch Umwelt und Erziehung Richtung gegeben wird, die in kritischen Phasen der Plastizität lebenslanglich bestimmend wirkt. Auch die Unterlassung bestimmt Merkmale der Verhaltenskonstitution.

Rückblickend mag vieles von dem Gesagten als Verwissenschaftlichung von Binsenweisheiten erscheinen. Das ist auch so. Denn es war uns das, was wir als Handlungsanweisungen aus dem hier Dargestellten gewinnen, bereits durch Jahrhunderte tradiert. Wenn es dennoch so wie hier gefaßt wurde, dann weil man den Eindruck gewinnen kann, daß das Vertrauen in die Weisheit der Überlieferung und damit unsere Bindung an diese Tradition weitgehend verloren ging. Einer so skeptischen und aller allgemein verbindlichen Norm gegenüber subjektiv entpflichteten Generation mag es dann helfen, wenn traditionelles Vorwissen wissenschaftlich gestützt und untermauert wird.

Literatur

- ABELES, M.: *Corticonics – Neural circuits of the cerebral cortex*. Cambridge 1991.
- BEAR, M. F./SINGER, W.: Modulation of visual cortex plasticity by acetylcholine and noradrenaline. In: *Nature* 320 (1986), S. 172–176.
- BIRCH, E. E./GWIAZDA, J./BAUER, J. A./NAEGELE, J./HELD, R.: Visual acuity and its meridional variations in children aged 7 to 60 months. In: *Vision Res.* 23 (1983), S. 1019–1024.
- BLAKEMORE, C./COOPER, G. F.: Development of the brain depends on the visual environment. In: *Nature* 228 (1970), S. 477–478.
- BLAKEMORE, C./VAN SLUYTERS, R. C.: Innate and environmental factors in the development of the kitten's visual cortex. In: *J. Physiol.* 248 (1975), S. 663–716.
- BOUCHARD, TH. J./LYKKEN, D. T./MCGUE, M./SEGAL, N. L./TELLEGEN, A.: Sources of human psychological differences. The Minnesota study of twins reared apart. In: *Science* 250 (1990), S. 223–228.
- BRADLEY, PH./HORN, G.: Neural consequences of imprinting. In: J. P. RAUSCHECKER/P. MARLER (Hrsg.): *Imprinting and Cortical Plasticity*. New York 1987.

- BRAITENBERG, V./PULVERMÜLLER, F.: Entwurf einer neurologischen Theorie der Sprache. In: *Naturwiss.* 79 (1992), S. 103–117.
- CHANGEUX, J.-P./DANCHIN, A.: Selective stabilization of developing synapses as a mechanism for the specification of neuronal networks. In: *Nature* 264 (1976), S. 705–712.
- CHOMSKY, N.: *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge MA 1965.
- CURTISS, S.: *Genie: A psycholinguistic study of a modern-day „wild child“*. New York 1977.
- CYNADER, M./SHAW, C.: Mechanisms underlying developmental alterations of cortical ocular dominance. In: E. L. KELLER/D. S. ZEE (Hrsg.): *Adaptive Processes in Visual and Oculomotor Systems*. Oxford 1986.
- ERVIN-TRIPP, S.: Some strategies for the first two years. In: T. E. MOORE (Hrsg.): *Cognitive Development and the Acquisition Language*. New York 1973.
- FEUERBACH, P. J. A. VON: *Kaspar Hauser. Beispiel eines Verbrechens am Seelenleben des Menschen*. Ansbach 1832.
- FLEGE, J. E./FLETCHER, K. L.: Talker and listener effects on degree of perceived foreign accent. In: *J. Acoust. Soc. Am.* 91 (1992), S. 370–389.
- GESCHWIND, N.: The organization of language and the brain. In: *Science* 170 (1970), S. 940–944.
- GREENOUGH, W. T./LARSON, J. R./WITHERS, G. S.: Effects of unilateral and bilateral training in a reaching task on dendritic branching of neurons in the rat motor-sensory forelimb cortex. In: *Behavioural and Neural Biology* 44 (1985), S. 301–314.
- GREENOUGH, W. T./BLACK, J. E./WALLACE, C. S.: Experience and brain development. In: *Child Development* 58 (1987), S. 539–559.
- HARLOW, H. F. zitiert in: E. SCHMALOHR: *Frühe Mutterentbehrung bei Mensch und Tier*. München/Basel 1968.
- HASSENSTEIN, B.: *Verhaltensbiologie des Kindes*. München/Zürich 1973.
- HEBB, D. V.: *The organization of behaviour. A neuropsychological theory*. New York 1949.
- HUTTENLOCHER, P. E.: Morphometric study of human cerebral cortex development. In: *Neuropsychologia* 28 (1990), S. 517–527.
- ITARD, J. M. G.: *De l'éducation d'un homme sauvage ou des premiers développements physiques et moraux du jeune sauvage de l'Aveyron*. Paris 1801.
- JACOBSON, S. G./MOHINDRA, J./HELD, R.: Monocular visual form deprivation in human infants. In: *Documenta Ophthalmol.* 55 (1983), S. 199–211.
- LENNEBERG, E. H.: *Biological foundations of language*. New York 1967.
- LEUBA, G./GAREY, L. J.: Evolution of neuronal numerical density in the developing and aging human visual cortex. In: *Human Neurobiol.* 6 (1987), S. 11–18.
- LINNÉ, C. VON: *Systema naturae. Laurentii Salvi/Stockholm* 10¹1758.
- LÖWEL, S./SINGER, W.: Selection of intrinsic horizontal connections in the visual cortex by correlated neuronal activity. In: *Science* 255 (1992), S. 209–212.
- LONG, M.: Maturational constraints on language development studies. In: *Sec. Lang. Acquis.* 12 (1990), S. 251–285.
- LORENZ, K.: *Der Kumpen in der Umwelt des Vogels*. In: *Journal für Ornithologie* 83 (1935), S. 137–213, S. 289–413.
- LORENZ, K.: *Er sprach mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen*. Wien 1949.
- MACMAHON, M. K. C.: Language as available sound: phonetics. In: N. E. COLLINGE (Hrsg.): *An Encyclopedia of Language*. New York 1990.
- MALSON, L./ITARD, J./MANNONI, O.: *Die wilden Kinder*. Frankfurt a. M. 1972.
- MITCHELL, D. E./TIMNEY, B.: Postnatal development of function in the mammalian visual system. In: *Handb. Physiol.* (Sect. 1) 3 (1984), S. 507–555.
- MOHINDRA, J./JACOBSON, S. G./HELD, R.: Binocular visual form deprivation in human infants. In: *Documenta Ophthalmol.* 55 (1983), S. 237–249.
- PECHSTEIN, J.: *Über Umweltabhängigkeit der frühkindlichen zentralnervösen Entwicklung. Habilitationsschrift*, München 1970.
- PIAGET, J.: *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. (Erstausgabe 1936) Stuttgart 1975.
- POIZNER, H./BELLUGI, U./KLIMA, E. S.: Biological foundations of language: Clues from sign language. In: *Ann. Rev. Neurosci.* 13 (1990), S. 283–307.
- ROTHBLAT, A./SCHWARTZ, M.: The effect of monocular deprivation on dendritic spines in visual cortex of young and adult albino rats. Evidence for a sensitive period. In: *Brain Research* 161 (1979), S. 156–161.

- ROUSSEAU, J. J.: Discours sur l'origine de l'inégalité parmi les hommes (1754). Paris 1962.
- SINGER, W.: Hirnentwicklung und Umwelt. In: Ders.: Gehirn und Kognition. Heidelberg 1990, S. 50–65.
- SINGH, J. A. L.: Die Wolfskinder von Midnapore (1927). Heidelberg 1964.
- SPITZ, R.: Die anaklitische Depression (1946). Neudruck G. BITTNER/E. SCHMID-CORDS (Hrsg.): Erziehung in früher Kindheit. München 1968.
- TAHTA, S./WOOD, M./LOEWENTHAL, K.: Foreign accents: factors relating to transfer of accent from the first language to a second language. In: Language and speech 24 (1981), S. 265–272.
- TELLER, D. Y./MORSE, R./BORTON, R./REGAL, D.: Visual acuity for vertical and diagonal gratings in human infants. In: Vision Res. 14 (1974), S. 1433–1439.
- THORPE, W. H.: Bird song: The biology of vocal communication and expression in birds. Cambridge 1961.
- VON NOORDEN, G. K.: Burian and von Noorden's binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus. St. Louis 1980.
- VON NOORDEN, G. K.: New clinical aspects of stimulus deprivation amblyopia. In: Am. J. Ophthalmol. 92 (1981), S. 416–421.
- WERKER, J. F./TEES, R. C.: The organization and reorganization of human speech perception. In: Rev. Neurosci 15 (1992), S. 377–402.
- WIESEL, T. N./HUBEL, D. H.: Comparison of the effects of unilateral and bilateral eye closure on cortical unit responses in kittens. In: J. Neurophysiol. 28 (1965), S. 1029–1040.

Abstract

The role of environmental influences on the acquisition of sensory powers and linguistic competence is revealed by means of deprivation experiments. The shown plasticity of the neurosystem is – for partial functions – limited to critical phases of childhood. After these phases, the brain is no longer able to fully acquire these functions. Neuro-anatomical studies support the finding that potentialities of the brain are genetically determined, but that they are also partly dependent on the environment as regards their selective character. Consequences are drawn with regard to educational responsibility for critical phases of development. If no use is made of these phases, they are irretrievably wasted.

Anschrift des Autors

Prof. Dr. Johannes Dichgans, Neurologische Universitätsklinik, Hoppe-Seyler-Str. 3, 72076 Tübingen