

Grundlagen der Kommunikation und Kognition
Foundations of Communication and Cognition

Herausgeber / Editors

Roland Posner, Georg Meggle

Ralph-Axel Müller

Der (un)teilbare Geist

Modularismus und Holismus
in der Kognitionsforschung



Walter de Gruyter · Berlin · New York
1991

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

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Müller, Ralph-Axel:

Der (un)teilbare Geist : der teilbare Geist ; Modularismus und
Holismus in der Kognitionsforschung / Ralph-Axel Müller. –
Berlin ; New York : de Gruyter, 1991

(Grundlagen der Kommunikation und Kognition)

ISBN 3-11-012916-7

© Copyright 1991 by Walter de Gruyter & Co., D-1000 Berlin 30

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

Printed in Germany

Druck: Werner Hildebrand, Berlin

Buchbinderische Verarbeitung: Lüderitz & Bauer GmbH, Berlin

Lithos: Terra-Klischee, Berlin

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XI
1 Einleitung	1
<i>Paradigmen</i>	1
<i>Physikalismus und Realismus</i>	3
<i>Überblick</i>	5
2 Zur Geschichte des Paradigmenkonflikts in Neurologie und Aphasiologie	6
2.1 <i>Zellen, Beulen, Areale: Die Vorgeschichte</i>	7
2.2 Die klassische Lokalisationslehre	14
2.3 Die wundersame Vermehrung der Zentren und Areale	26
<i>Merkmale des modularen Paradigmas</i>	31
2.4 Der klassische Holismus	33
<i>Merkmale des holistischen Paradigmas</i>	35
2.5 Neuere Versionen des Holismus	46
<i>Luria: Die Synthese?</i>	52
3 Chomsky, Fodor, Piaget: Modularität und Holismus in Linguistik und Kognitiver Psychologie	58
3.1 Psychische Realität und modularer Nativismus	61
3.1.1 Chomsky: Die Modularität der Sprache	61
3.1.1.1 Philosophischer Hintergrund	63
3.1.1.2 Kompetenz und Mentalismus	64
3.1.1.3 Ebenen der Adäquatheit	67
3.1.1.4 Universalgrammatik	68
3.1.1.5 Nativismus	69
3.1.1.6 Modularität und Idealisierung: <i>Divide et impera</i>	72
<i>Innergrammatische Modularität</i>	82
3.1.2 Fodor: Die Modularität des Geistes	85
3.1.2.1 Psychische Realität und <i>token physicalism</i>	87
3.1.2.2 Perzeptuelle Modularität	90
3.1.2.3 Das <i>holistische Dilemma</i>	98

3.2	Piaget: Die Konstruktion der allgemeinen Intelligenz . . .	103
3.2.1	Assimilation, Akkommodation, Äquilibration . . .	105
3.2.2	Entwicklungspsychologie und Stadienlehre	109
3.2.2.1	Das sensomotorische Stadium	110
3.2.2.2	Das präoperationale Stadium	111
3.2.2.3	Das Stadium der konkreten Operationen	113
3.2.2.4	Das Stadium der formalen Operationen	114
3.2.3	Operatives und Figuratives Denken	115
3.2.3.1	Der operative Primat	116
3.2.3.2	Wahrnehmung	119
3.2.3.3	Die Notwendigkeit der figurativen Komponente	120
3.2.3.4	Denken und Fühlen: Piaget und Freud	122
3.2.3.5	Ein Holismus der Dualismen	125
3.2.4	Die Symbolische Funktion	126
3.2.4.1	Nachahmung	127
3.2.4.2	Spiel	128
3.2.4.3	Inneres Bild	129
3.2.4.4	Gedächtnis	131
3.2.4.5	Vom Index zum Zeichen	133
3.2.5	Spracherwerb	139
3.2.5.1	Sprache und Sozialisation	139
3.2.5.2	Sprache und Logik	143
3.3	Syntax, Kognition, Interaktion: Die Spracherwerbsdebatte im Zeichen von Chomsky und Piaget	148
3.3.1	Der 'LAD' ex machina	148
3.3.2	Kognitiver Primat	154
3.3.3	Spracherwerb und soziale Interaktion	161
3.3.4	Parameter	164
4	Funktionalismus und Reduktionismus	171
	<i>Repräsentationen</i>	172
	<i>Die Syntax des Denkens</i>	174
	<i>Emergenz und Ebenendoktrin</i>	177
	<i>Eliminativer Materialismus</i>	181
	<i>Prospektivischer Physikalismus</i>	184

5	Auf der Suche nach den neuronalen Modulen.	188
5.1	Gehirn und Neocortex	188
5.1.1	Die zerebrale Hierarchie.	189
5.1.2	Die Struktur des Neocortex.	196
5.1.3	Die Nervenzelle.	203
5.1.4	Säulen, Module, Engramme	208
5.1.5	Homogenität und Variabilität	214
5.2	Sprache im Gehirn	223
5.2.1	Die 'Broca-Aphasie': <i>Sinn ohne Syntax?</i>	227
	<i>Agrammatismus</i>	229
5.2.2	Die 'Wernicke-Aphasie': <i>Syntax ohne Sinn?</i>	236
5.2.3	Idealtypen und Diskonnektionssyndrome	246
5.2.4	Kritik der reinen Aphasilogie	251
	<i>Universalität und Variabilität</i>	251
	<i>Vaskuläre Module?</i>	254
	<i>Sprachfunktionen des Subcortex</i>	257
5.2.5	Sind Aphasien rein sprachliche Syndrome?.	260
	<i>Agnosien, Apraxien, Amnesien</i>	261
	<i>Eine Neuropsychologie ohne Syndrome?</i>	269
	<i>Demenzen und Psychosen</i>	274
	<i>Taubstommenaphasie</i>	279
5.2.6	Therapie und Genesung	281
5.3	Lateralisation: <i>Wie viele Geister im Geist?</i>	287
5.3.1	Die Logik der Lateralisationsmodelle.	290
	<i>Die Suche nach dem einen Prinzip</i>	291
	<i>Hemisphärische Spezialisierungen</i>	293
	<i>Morphologische und architektonische Asymmetrien</i>	301
5.3.2	Variabilität der Lateralisationsmuster	305
5.3.3	Isolierte Hemisphären	310
5.3.3.1	<i>Split Brains</i>	310
5.3.3.2	Angeborener Balkenmangel.	317
5.3.3.3	Einhemisphärische Gehirne	318
5.4	Entwicklung	321
5.4.1	Neurogenese.	321
	<i>Myelinisierung</i>	331
	<i>Plastizität und synaptische Modifikation</i>	333

5.4.2	Phylognese und Sprachentstehung	338
	<i>Sprachtrainierte Menschenaffen</i>	342
	<i>Natürliche Kommunikation bei Menschenaffen.</i>	354
	<i>Die Hominiden</i>	357
	<i>Die Mosaiktheorie</i>	362
6	Künstliche Modularität.	367
6.1	Von Neumanns Flaschenhals und die inferentielle Explo- sion	371
	<i>Common sense in KI und Linguistik.</i>	377
6.2	Konnektionismus: Die neurale Inspiration	383
	<i>Der PDP-Ansatz.</i>	385
	<i>Serieller Parallelismus und modularer Holismus.</i>	390
	<i>Wie 'feucht' ist PDP?</i>	394
7	Fazit und Perspektiven	399
	<i>'Psychologische Realität' und Platonismen.</i>	400
	<i>Die Abschaffung von Modularität und Holismus</i>	404
8	Literatur	409
9	Autorenverzeichnis	434
10	Sachverzeichnis	437

Vorwort

Als ich vor etwa fünf Jahren mit dieser Arbeit begann, ahnte ich nicht, in welche für einen Linguisten abgelegenen Bereiche mich das Thema von 'Modularismus und Holismus' schließlich führen würde. Zu Beginn der 80er Jahre hatte sich das generative Grammatikmodell Noam Chomskys zu einer stark modularistischen Theorie entwickelt, und als 1983 Jerry Fodor *The Modularity of Mind* publizierte, wurde deutlich, daß Modularität eines der Themen der Kognitiven Wissenschaften der 80er Jahre sein würde. Warum nun ist aus meiner Arbeit keine syntaxtheoretische Betrachtung über 'innergrammatische Modularität' im Sinne der *Government-Binding*-Theorie Chomskys geworden, wie es von einem Linguisten erwartet werden mag? Eine kurze Skizze der Entwicklung meiner Konzeption dürfte diese Frage beantworten.

Daß Chomsky durchaus nicht der einsame Schöpfer eines neuen mentalistischen Paradigmas in der Kognitiven Psychologie war, wie dies bei historischen Betrachtungen über die 'Chomskyanische Revolution' in (psycho-) linguistischen Kreisen oft suggeriert wird, hatte besonders die Royauumont-Debatte von 1975 (=Piattelli-Palmarini 1979 bzw. 1980) gezeigt. An der Demontage behavioristischer Dogmen war, vielleicht noch mehr als die aufmüpfigen Neorationalisten um Chomsky, aber eher leise und über viele Jahrzehnte hinweg, der Entwicklungspsychologe Jean Piaget beteiligt. Im Gegensatz zu Chomsky verband Piaget seinen Mentalismus nicht mit Nativismus und Modularismus, sondern mit einem starken Holismus. Vor allem die Auseinandersetzungen in Piattelli-Palmarini (1979) überzeugten mich, daß Modularismus nicht ohne Abwägung der ganzheitlichen Gegenposition zu begreifen sei. Zugleich verfolgte ich holistische Tendenzen, die seit den 70er Jahren viele Bereiche der *cognitive science* (z.B. die 'Kognitive Linguistik') vor allem an der Westküste der USA erfaßten. In der ersten Phase meiner Beschäftigung mit der Materie schwebte mir vor zu zeigen, daß diese Ansätze 'unterirdisch', d.h. meist jenseits direkter Rezeption und bewußter Reflexion, stark von der ganzheitlichen *Genetischen Epistemologie* Piagets beeinflusst sind. Zwei Erwägungen führten mich dann aber dazu, diesen Gedanken, obwohl ich ihn auch heute noch für vertretbar halte,¹ nicht weiter zu verfolgen:

1 Es finden sich daher an einigen Stellen meiner Arbeit Anmerkungen und Verweise zu diesem Thema.

- Der *West-Coast-Holismus* ist allzusehr verwoben mit dem ganzheitlich-ökologischen Zeitgeist des 'New Age'. Eine kulturkritisch ausgerichtete Arbeit wollte ich aber nicht schreiben.
- Diese frühe Konzeption hätte nach meinem Empfinden nur einen sehr mittelbaren Bezug zur empirischen Realität von Geist, Gehirn und Sprache besessen.

Mit dem letzten Punkt stand in Zusammenhang, daß ich immer deutlicher zu erkennen meinte, wie viele der Konzepte und Termini der Kognitiven Wissenschaften strenggenommen 'Platonismen' sind, womit ich Theorieprodukte meine, die keinen Dingen oder Arten der Welt entsprechen (s.u. Kap.1 u. 4). Vor allem bewegen sich m.E. gerade solche 'ewigen Themen' von Philosophie, Psychologie und Sprachwissenschaft wie die 'nature-nurture'-Debatte (bzw. der Streit zwischen Rationalisten und Empiristen) oder die Frage nach dem Verhältnis von Sprache und Denken - Themen, die im übrigen eng mit der Modularitätsfrage verknüpft sind - in *konzeptuellen Zirkeln*. Hiermit meine ich, daß die opponierenden Parteien solcher Konflikte die Begriffe, um die gestritten wird, selbst definieren und der Konflikt weniger die Folge unvereinbarer Auffassungen oder widersprüchlicher empirischer Daten ist als die Konsequenz (differierender) Definitionen der Streitgegenstände. Es wird sich z.B. ad infinitum darüber streiten lassen, ob kindlicher Spracherwerb auf der Entwicklung der allgemeinen Intelligenz beruht oder ein relativ autonomer Prozeß ist, solange den verschiedenen Positionen verschiedene Definitionen von 'Sprache' und 'Intelligenz' zugrundeliegen.

Die Unzufriedenheit mit den in psycholinguistischen Debatten gängigen Platonismen war es auch, die mich veranlaßte, den Spracherwerbsbereich nicht - wie vorübergehend ins Auge gefaßt - zum exemplarischen Schauplatz meiner empirischen Würdigung der thematisierten Paradigmen zu machen. Vielmehr beschloß ich, den Anspruch der von mir als modularistische Protagonisten gewählten Theoretiker Chomsky und Fodor ernst zu nehmen, daß es sich bei ihren Modellen der *Universalgrammatik*, *Kompetenz* und *Inputsysteme* letztlich um biologische und neurologische Hypothesen handele. Ich begab mich also auf die 'Suche nach den neuralen Modulen'. In diesem Zusammenhang danke ich Dr. Monika Samiec, die mir in verschiedenen Gesprächen schon sehr früh den 'herben Reiz' der Neurowissenschaften vermittelte (vgl. Samiec 1987). Die Perspektive meiner Betrachtungen über Modularismus und Holismus ist somit primär physikalistisch, und zwar in einem Sinne, den ich in Kapitel 4 genauer umreißen werde. Die Idee, an das lange und zentrale neurowissenschaftliche

Kapitel noch einen Exkurs in den Bereich der Künstlichen Intelligenz anzufügen, ergab sich aus einem Gespräch mit Bill Brewer im Herbst 1988, der mich davon überzeugte, daß jüngere *konnektionistische* Tendenzen in diesem Bereich von erheblicher Relevanz für meine Thematik sind.

Obwohl ich für meine Arbeit einen möglichst breitgefächerten Ansatz gewählt habe, war es nicht möglich, den Paradigmenkonflikt auch nur annähernd erschöpfend abzuhandeln. So muß sich die Diskussion der Paradigmen im kognitiv-psychologischen Bereich (zu dem ich auch die Linguistik zähle) auf die exemplarische Darstellung prototypischer Theoretiker beschränken. Diese Wahl ist begründet nicht nur durch die aktuelle Relevanz der Theorien von Chomsky und Piaget, über die es in den Kognitiven Wissenschaften allerdings geteilte Meinungen gibt, sondern vor allem durch die paradigmengestaltende Kraft der beiden Forscher, die sicher auch in den 90er Jahren noch von größter Bedeutung sein wird. Auch die historische Heranführung in Kapitel 2 ist selektiv. Hier habe ich mich bewußt auf den neuropsychologischen und vor allem aphasiologischen Bereich konzentriert, weil die modernen Merkmale der beiden Paradigmen dort sehr klar zutage treten und weil damit zugleich eine Vorbereitung verschiedener - in späteren Abschnitten essentieller - neurowissenschaftlicher Problemstellungen gegeben ist. Der Ausklammerung der traditionellen Psychologie fielen Themen wie z.B. Vermögenspsychologie oder Gestalttheorie, die zweifellos zu einer erschöpfenden Diskussion der Geschichte von Modularismus und Holismus gehörten, weitgehend zum Opfer. Deren zusätzliche Erörterung hätte den Schwerpunkt der Arbeit nach meinem Empfinden allzusehr ins Historische verlagert.

Trotz alledem ist meine Herangehensweise im wesentlichen synoptisch und interdisziplinär. Anders als z.B. Fodor (1983) ging es mir nicht darum, die Frage von Modularität und Holismus provokativ und apodiktisch abzuhandeln, sondern zu versuchen, die geschichtliche Einbettung und vor allem die neurowissenschaftliche Plausibilität der Modularitätshypothese eingehend in Betracht zu ziehen. Dabei habe ich mich ganz bewußt nicht auf eine Teildisziplin der Kognitiven Wissenschaften beschränkt. Vielmehr habe ich versucht, oft zunächst als interessierter Laie, möglichst viele Teilbereiche besonders der Neurowissenschaften nach Aufschlüssen zum Thema zu untersuchen. Vor allem in den mir ursprünglich fremden Bereichen habe ich es mir - bis auf eine gesondert vermerkte Ausnahme (s.u. 5.1) - zur Regel gemacht, zu jeder Sach-

aussage meine Quellen, zuweilen in stilistisch etwas hinderlicher Penibilität, offenzulegen.²

Eine Reihe hilfreicher Menschen haben mich in der einen oder anderen Weise bei meinem Projekt unterstützt. Ganz besonders danke ich natürlich meinem Doktorvater Prof. Peter Menzel sowie Prof. Helen Leuninger, die sich quasi wie eine 'Doktormutter' um meine Arbeit bemüht hat. Für hilfreiche Anregungen und Kritiken zu einzelnen Abschnitten früherer Versionen danke ich ferner Dr. Thomas Meier-Fohrbeck und Prof. Gerda Lauerbach (Institut für England- und Amerikastudien³), Prof. Wolfgang Schlote (Neurologisches Institut), Dr. Thomas Ohm (Zentrum der Morphologie, Klinikum), Jörg Keller (Deutsches Seminar), Wolfgang Simantzik (Institut für Informatik), Dr. Berthold Simons (Neurologische Klinik, Bad Salzhausen) und Heidrun Prevedel (Deutsches Seminar, Hannover). Wertvolle Hinweise verdanke ich weiterhin Gesprächen mit Prof. Wolf Singer (Max-Planck-Institut für Hirnforschung), Prof. Robert Jensen und Prof. Dennis Molfese (Carbondale, Illinois), Prof. William Greenough und Prof. William Brewer (Urbana/Champaign, Illinois) sowie Prof. Jerre Levy (University of Chicago) und Prof. Jason Brown (New York University Medical Center).⁴ Cornelia Neufeld, Jürgen Klee, Marion Przybylla und mein Vater, Dr. Reimund Müller, halfen mit, das Manuskript nach Stil und Grammatik mit der deutschen Sprache zu versöhnen. Mein Dank an alle diese Personen sei hier in einem Zitat zusammengefaßt: "Any errors that remain are, of course, entirely their fault"... (Ellis/Young 1988:viii).

Frankfurt, Mai 1991

Ralph-Axel Müller

-
- 2 Allgemein folge ich dem Grundsatz, bei der Präsentation von Theorien und Hypothesen anderer Autoren im Zweifelsfalle das Original für sich sprechen zu lassen. Ich werde daher in verschiedenen Passagen meiner Arbeit bewußt sehr häufigen Gebrauch von Zitaten machen.
 - 3 Alle Institute ohne Ortsangabe befinden sich in Frankfurt/Main.
 - 4 Jason Brown danke ich besonders dafür, mich kurz vor der abschließenden Überarbeitung dieses Buches auf einen Artikel (Schweiger/Brown 1988) aufmerksam gemacht zu haben, dessen Modularismuskritik hier und da Parallelen zu Passagen meiner Arbeit aufweist.

1 Einleitung

Leider kann ich dieser Arbeit keine erschöpfenden Definitionen der zentralen Begriffe *Modularismus* und *Holismus* vorausschicken. Die Merkmale dieser opponierenden Herangehensweisen an den Forschungsgegenstand Geist/Gehirn herauszuarbeiten, ist im Gegenteil gerade eines der Hauptanliegen des vorliegenden Projekts. Daß modularistische Theoretiker - seit vielen Jahrhunderten, wie sich zeigen wird - ein 'Bild' des Geistes als eines sich aus eigenständigen Strukturen zusammensetzenden, teilbaren Komplexes entwerfen, während holistische Denker eine unteilbare Ganzheit 'erkennen', ist eher ein Gemeinplatz. Welche z.T. sehr starken theoretischen und methodologischen Annahmen und welche weitgehenden Konsequenzen sich aber mit diesen divergierenden 'Bildern' von Geist und Gehirn (sowie von der in Geist und Gehirn 'repräsentierten' Sprache) in verschiedenen Kognitiven Wissenschaften zu *Paradigmen* (s.u.) verbunden haben - dies wird sich im folgenden erst nach und nach zeigen. Nur eines sei hier zum Begriff der *Modularität* vorausgeschickt: Dieser bezeichnet im gängigen wissenschaftlichen Sprachgebrauch sowohl (mutmaßliche) Eigenschaften des Geistes bzw. Gehirns (oder irgendeines anderen Gegenstandes) als auch Eigenschaften von *Theorien*. Man spricht also z.B. von der 'Modularität der Sprache' ebenso wie von einer 'modularen Sprachtheorie'. Um diese beiden Bedeutungen klarer zu trennen, werde ich dagegen bei Eigenschaften von Theorien die Bezeichnung *Modularismus* bzw. *modularistisch* verwenden.

Paradigmen

Meine Übernahme des Begriffes *Paradigma* bedarf der Erklärung, wenn nicht gar der Rechtfertigung. Immerhin erfreut sich dieser Begriff einer solchen Verbreitung im wissenschaftlichen (und z.T. sogar im außerwissenschaftlichen) Diskurs, daß er die wenigen klaren Konturen, die er bei Kuhn (1962) besaß, zu verlieren droht.¹ Der Begriff *Paradigma* steht bei Kuhn in enger Verbindung zur *normalen Wissenschaft*, die er definiert als

1 Allerdings gesteht Kuhn ein, daß auch sein eigener *Paradigma*-Begriff eine Vielzahl von Bedeutungen besitzt - vgl. hierzu sein Postskriptum zur Zweitausgabe der *Structure of Scientific Revolutions* (Chicago 1970). Zur Kritik dieses Begriffes vgl. a. Lakatos (1970:91ff.u.177ff.).

"research firmly based upon one or more past scientific achievements, achievements that some particular scientific community acknowledges for a time as supplying the foundation for its further practice" (ibid:10).

Ein *Paradigma* in der engeren Bedeutung ist diese grundlegende "wissenschaftliche Leistung". Mit diesem Begriff verbindet Kuhn (ibid.) die Hypothese,

"that some accepted examples of actual scientific practice - examples which include law, theory, application, and instrumentation together - provide models from which spring particular coherent traditions of scientific research".

Herausragende Beispiele solcher Paradigmen sind für Kuhn u.a. die Ptolemäische Astronomie oder die Physik Newtons. Dagegen ist es weniger in seinem Sinne, wenn z.B. die in der Linguistik um das Jahr 1960 geschehenen Umwälzungen als Chomskyanische *Revolution* (so Kuhns Begriff für einen Paradigmenwechsel) bezeichnet werden, da es fraglich ist, ob sich sein Modell problemlos von den Natur- auf die Geisteswissenschaften übertragen läßt. Eine solche Bedeutungsausweitung des *Paradigma*-Begriffes ist allerdings auch in den Kognitiven Wissenschaften zu beobachten, wo er z.B. im Kontext der 'Künstlichen Intelligenz' mit großer Selbstverständlichkeit auf die Debatte um den 'Konnektionismus' angewandt wird, und zwar in Form der Frage, ob es sich hier um ein 'neues Paradigma' handle.

Ich schließe jedoch nicht von der Verschwommenheit des *Paradigma*-Begriffs auf seine Wertlosigkeit, und übernehme ihn im folgenden - ohne damit seine generelle wissenschaftstheoretische Validität behaupten oder verneinen zu wollen - für die spezifischen Zwecke meiner Arbeit. In ihrem Verlauf wird sich seine Bedeutung aus inhaltlichen Kon- und Divergenzen betrachteter Theoriengruppierungen präzisieren lassen. Allgemein kann ich vorwegschicken, daß ich unter einem *Paradigma* eine Menge von Theoremen und Postulaten verstehen werde, die sich aus spezifischen Grundannahmen über die Natur und Organisation eines Forschungsgegenstandes oder -bereiches ergeben und die jeweils einer größeren - aber nicht notwendigerweise dominanten - Gruppierung von Theorien gemein sind. Allerdings wird sich im Laufe der Arbeit zeigen, daß das Wesen der hier untersuchten modularistischen und holistischen Paradigmen *figurativ* ist. Diese Paradigmen sind demnach primär durch eine perspektivisch verzerrte Teilsicht eines Gegenstandsbereiches konstituiert, aus der charakteristische Theoreme und Postulate erst folgen.

Meine Verwendung des *Paradigma*-Begriffes unterscheidet sich vor allem in drei Punkten von der bei Kuhn (1962):

- Paradigmen beruhen in meiner Arbeit nicht unbedingt auf der 'wissenschaftlichen Leistung' eines Theoretikers oder einer zusammengehö-

rigen Gruppe, sondern können auch Folge u.U. nicht bewußt reflektierter Konvergenz zwischen Theorien sein, die sich u.a. aus technisch-methodologischen Bedingungen ergeben.² So war z.B. die lokalisationistische Version des modularistischen Paradigmas im 19. und frühen 20.Jh. wesentlich dadurch bestimmt, daß neuropsychologische Daten nahezu ausschließlich dem pathologischen Bereich entstammten.

- Ich betrachte hier zwei Paradigmen, die einander nicht in Form einer *Revolution* ablösen, sondern über Jahrhunderte hinweg mit wechselnder Dominanz koexistieren.³
- Der Paradigma-Begriff wird von mir in einem umfassenderen Sinne verwendet, weswegen ich von *einem* modularistischen und *einem* holistischen Paradigma in so weit voneinander entfernten Disziplinen wie Linguistik und Neurowissenschaften spreche.

Physikalismus und Realismus

Die Idee einer 'blütenweißen' Wissenschaft, in der theoretisierende Subjekte ohne Subjektivität im Diskurs über 'objektive' Daten stehen, ist eine positivistische Illusion. Daher will ich gleich hier zwei Bekenntnisse vorwegschicken, die gewisse 'ideologische' (man könnte auch sagen 'idiologische') Vorgaben und dem Ursprung nach vorwissenschaftliche Intuitionen auf den Punkt bringen - Intuitionen, die zweifellos die Konzeption meiner Arbeit mitbestimmt haben: Erstens glaube ich an eine relativ starke Version des *Physikalismus*, die es nahelegt, die Frage nach der Modularität des Geistes in die nach der Modularität des Gehirns umzuformulieren. Diese Position werde ich in Kapitel 4 präzisieren. Zweitens glaube ich, daß Theorien *realistisch* sein, genauer: im Prinzip auf einem Spektrum zwischen den Polen *nominalistisch* und *realistisch* angesiedelt werden können.

Es sei gleich angemerkt, daß ich die Differenzierung zwischen *Nominalismus* und *Realismus* nicht primär dem diesbezüglichen philosophischen Diskurs entnehme und auch nicht auf diesen bezogen wissen will.⁴ Vielmehr basiert meine Verwendung dieses Begriffspaares auf konkreten Gegensätzen der Wissenschaftsgeschichte. Eine prototypisch *nominalistische* Doktrin ist m.E. die

2 Zum Einfluß der Technik auf wissenschaftliche Theorienbildung vgl.a. Gregory (1981).

3 In diesem Punkt gleicht der hier verwendete Paradigma-Begriff dem, was Lakatos (1970:132ff.) als "research programme" bezeichnet: "The history of science has been and should be a history of competing research programmes..., but it has not been and must not become a succession of periods of normal science" (ibid:155).

4 Zu verschiedenen Varianten des Realismus vgl. Putnam (1982).

behavioristische 'black-box'-Lehre, der zufolge Theorien nur Input-Output-Gesetzmäßigkeiten beschreiben, aber keinerlei Anspruch erheben, die beobachteten Verhalten entsprechenden mentalen Prozesse zu erklären. Die behavioristisch ausgerichtete US-Linguistik unter Bloomfield und Harris verstand ihre Theorien demgemäß als 'convenient fictions'.⁵ Mit der sog. 'Chomskyanischen Revolution' und der Rückkehr zum Mentalismus in der Linguistik - parallel zu ähnlichen anti-behavioristischen Entwicklungen in anderen Kognitiven Wissenschaften (Gardner 1987) - wurde die Theorienbildung, zumindest dem Programm nach, wieder als *realistisches* Unternehmen verstanden. *Realistische* Theorien liefern demnach nicht von Kriterien der Methodologie oder solchen der theorieimmanenten Ökonomie bestimmte, möglichst 'bequeme' Beschreibungen, sondern sind verbunden mit einem Erklärungsanspruch, der - z.B. im Ansatz Chomskys (1965; s.u. 3.1.1.3) - bedeutet, daß letztlich nur eine einzige Theorie die richtige (d.h. der mentalen Organisation entsprechende) sein kann. Generell läßt sich meine Verwendung der Begriffe von *Realismus* und *Nominalismus* in folgenden Thesen zusammenzufassen:

- Es gibt eine Organisation der Welt, die zumindest dem Ursprung nach unabhängig ist von den über die Welt denkenden Subjekten. So besitzt z.B. das menschliche Nervensystem, als Teil der physikalischen Welt, eine bestimmte Architektur und Funktionsweise, die - unabhängig von den Erkenntnissen der Psychologie und Neurowissenschaft - so ist, wie sie ist.
- Menschliches Denken konzeptualisiert und strukturiert Gegenstandsbereiche der Welt im Rahmen der durch die Organisation biologischer Intelligenz bedingten Beschränkungen.
- Konzeptualisierung und Strukturierung eines Gegenstandsbereiches stehen in einem, wenn auch nur mittelbar festzustellenden, Verhältnis zur Organisation der Welt. Den Anspruch auf Annäherung an diese Organisation nenne ich *Realismus*, das Fehlen eines solchen Anspruches *Nominalismus*.
- Realismus und Nominalismus sind graduelle Konzepte.⁶

Ich thematisiere diese eigentlich wissenschaftstheoretische Problematik hier und im folgenden nur, weil ich der Meinung bin, daß man keine Wissenschaft betreiben kann, ohne sich der Realismusfrage zu stellen. Ich meine aber auch,

5 Vgl. z.B. Bierwisch (1966:100ff.), Katz (1981:21ff.) und Newmeyer (1980:5ff.). Nominalismus ist hier also nicht als Gegensatz zum 'Platonismus' zu verstehen, wie dies vor allem im Mittelalter galt (Stegmüller 1956 u. 1957).

6 Da realistische Theorien den angesprochenen Beschränkungen biologischer Intelligenz unterliegen, behaupte ich also keineswegs, daß sie der Organisation der Welt per se entsprechen können.

daß man ebensowenig Wissenschaft betreiben kann, wenn man eine 'definitive' Klärung der Realismusfrage im Rahmen der Philosophie voraussetzen bzw. abwarten will.

Überblick

Nach dieser Einführung beschäftigt sich Kapitel 2 mit der neuropsychologischen Vorgeschichte und dient damit der Hinführung zum aktuellen Paradigmenkonflikt. Hier werde ich die wesentlichen Merkmale modularistischer und holistischer Paradigmen einführen, die sich schon im Kontext der Lokalisationsproblematik des 19.Jhs. deutlich herauskristallisieren. In Kapitel 3 stelle ich mit den Theorien Chomskys, Fodors und Piagets zwei modularistische und ein holistisches Modell aus dem kognitiv-psychologischen Bereich vor, die nach meiner Einschätzung prototypisch und paradigmengründend sind. Dies wird ergänzt durch einen Exkurs in die Spracherwerbtheorie, in der der Einfluß Chomskys und Piagets besonders deutlich wird. Kapitel 4 dient der Klärung und Legitimation der physikalistischen Ausrichtung der Arbeit. Es beschränkt sich auf die Gegenüberstellung der funktionalistischen Position Fodors und des Eliminativen Materialismus der Churchlands.

Das neurowissenschaftliche Kernstück der Arbeit findet sich in Kapitel 5. Aufschlüsse zur Modularitätsfrage suche ich vor allem in der Forschung über die neocorticale Organisation sowie in der Aphasie und der Lateralisationstheorie. Eine Betrachtung zu verschiedenen Entwicklungsaspekten schließt sich an, wobei der ontogenetische Teil sich besonders der pränatalen Entstehung des Gehirns, sowie Fragen der Plastizität und des Lernens widmet, während der phylogenetische Abschnitt sich im wesentlichen auf die Frage eines eventuellen 'Sprachvermögens' bei Menschenaffen und die Sprachentstehung im Zuge der Hominisation beschränkt. Hieran schließt sich in Kapitel 6 ein Exkurs in die 'Künstliche Intelligenz' an, in dem es vor allem um den sog. *Konnektionismus* gehen wird, von dem manche meinen, er werde das zukünftige Paradigma der Kognitiven Wissenschaften bestimmen.

2 Zur Geschichte des Paradigmenkonflikts in Neurologie und Aphasologie

Die nachfolgenden Betrachtungen sollen verdeutlichen, daß die Besonderheiten moderner modularistischer und holistischer Theorien in den Wissenschaften von Geist, Gehirn und Sprache zum guten Teil keine Innovationen des 20. Jhs. sind, sondern aus einer langen Geschichte paradigmatischer Konflikte entstanden. Vor allem in den Theorien des klassischen *Lokalisationismus* einschließlich der sich anschließenden ganzheitlich-orientierten Kritiken lassen sich m.E. schon die wesentlichen Merkmale der modernen modularistischen und holistischen Paradigmen ablesen. Die folgenden Abschnitte werden daher auch der Klärung der zentralen Begriffe von *Modularismus* und *Holismus* dienen. Um dieses historische Kapitel nicht ausufern zu lassen, habe ich mich aufgrund der physikalistischen Ausrichtung meiner Arbeit (s.u. Kap. 4-5) auf den medizinisch-neurologischen Bereich beschränkt und werde hier wiederum den Schwerpunkt auf die Aphasologie legen.

Die Lokalisierbarkeit bestimmter psychischer Funktionen innerhalb des Gehirns wurde im 19. Jh. zur zentralen Frage der Neurologie. Die einen - wie Wernicke und Lichtheim - erstellten auf der Grundlage zunächst weniger klinischer Fallstudien Diagramme, in denen psychischen Einzelfähigkeiten (z.B. das Klangbild eines Wortes abzurufen) jeweils ein 'Kästchen' entsprach und die Verbindung verschiedener solcher Kästchen mit Pfeilen den Ablauf komplexer geistiger Prozesse (z.B. einen Satz zu sprechen) abbildete. Vor allem 'erklärten' sie anhand solcher Modelle auch die Symptomenkomplexe der durch Hirnverletzungen hervorgerufenen Sprachstörungen (*Aphasien*) und sagten bis dahin nicht beobachtete Krankheitsbilder, die sich aus der Logik ihrer Diagramme ergaben, voraus. Die anderen - allen voran Hughlings-Jackson - warnen vor solchen vereinfachenden Darstellungen neuropsychischer Vorgänge, besonders vor der unkritischen Verwendung pathologischer Daten für die Theorie gesunder Hirnfunktionen, und entwarfen ein ganzheitliches Bild von der Organisation mentaler Prozesse, dem zufolge nicht separate Zentren, sondern die integrale Aktivität der Gesamtheit des Zentralen Nervensystems (ZNS) entscheidend ist.

2.1 Zellen, Beulen, Areale: Die Vorgeschichte

Die Idee der Lokalisation mentaler Vorgänge hat eine lange Geschichte. Die ersten Schritte in diese Richtung waren die Versuche einer allgemeinen Ortung von Geist und Seele im Körper. Der Brauch der 'Trepanation' (des Aus-sägens von Teilen des Schädels) läßt darauf schließen, daß die Bedeutung des Gehirns vermutlich schon zu prähistorischen Zeiten "intuitiv... bekannt" war (Oeser/Seitelberger 1988:2). Ein ägyptischer Papyrus, der auf ca. 3000 vor unserer Zeitrechnung (=v.u.Z.) datiert und evtl. dem Mediziner Imhotep zuzuschreiben ist, berichtet von Sprachverlust nach Verletzungen im Schläfenbereich (Critchley 1970:55). Allerdings wurde im klassischen Ägypten durchweg nicht das Gehirn als Sitz des Geistes betrachtet, sondern das Herz. Wie Gregory (1981:19) berichtet, entfernten die Ägypter ihren Toten vor der Einbalsamierung das Gehirn (durch die Nase!) und warfen es weg - was auf eine völlige Unkenntnis, ja Geringschätzung der Funktionen dieses Organs hindeutet.

Ähnliches Unwissen ist noch in der griechischen Antike zu finden. Aristoteles lehrte im 4.Jh.v.u.Z., das Gehirn sei ein blutleerer Schwamm, der allein der Kühlung diene, während das Herz das Organ des Denkens sei. Dies ist umso erstaunlicher, als Alkmaion von Kroton sowie Hippokrates und seine Schule schon wesentlich früher aufgrund umfangreicher empirischer Studien das Gehirn als Sitz der geistigen Prozesse erkannt hatten.¹ Wenn sich auch die hippokratische Lehre, der zufolge das Denken als vom Gehirn durch Nerven und Venen strömende Luft zu begreifen sei, nicht bewahrheitete,² so erscheint doch seine Kritik an den "Scharlatanen" seiner Zeit, die in der Epilepsie eine 'heilige' (d.h. von den Göttern gesandte) Krankheit vermuteten, und seine Rückführung solcher Anfälle auf natürliche physische Ursachen sehr modern (Gregory 1981:30ff.). In der von Hippokrates gegründeten Schule von Kos wurden Fälle von Sprachstörungen aufgrund zerebraler Verletzungen beschrieben und ein Zusammenhang zwischen Sprachstörung und Lähmung der rechten Körperhälfte konstatiert (Arbib et al. 1982:6 u. Benton/Joynt 1960: 206).

1 Vgl. Oeser/Seitelberger (1988:3f.). Clarke/Dewhurst (1973:12) weisen darauf hin, daß die antike griechische Psychologie sich in dieser Frage - aus moderner Perspektive betrachtet - eher rückschrittlich entwickelte.

2 Diese *Pneumatheorie* wurde später von Galen (s.u.) übernommen und ist bis ins frühe 19.Jh. belegt (Gregory 1981:203f.).

In den folgenden Jahrhunderten wurden die hippokratischen Ansätze einer wissenschaftlichen Neurologie u.a. von den alexandrinischen Medizinern Herophilos (um 300 v.u.Z.) und Erasistratos (um 260 v.u.Z.), sowie von Valerius Maximus von Athen, Plinius dem Älteren (beide 1.Jh.u.Z.) und Claudius Galenus von Pergamon (2. Jh.) aufgegriffen und erweitert. Alle diese frühen Mediziner und Anatomen erkannten das Gehirn als den Sitz geistiger Prozesse an. Erasistratos ahnte die essentielle Bedeutung der Großhirnwindungen - und nahm hiermit bis zum Ende des 18.Jhs. eine Ausnahmestellung ein.³ Allgemein aber finden sich in den Theorien der genannten Mediziner viele heute widerlegte Grundannahmen über die physische Natur mentaler Prozesse. So vermuteten Herophilos und später auch Galen die geistigen Fähigkeiten in den Hirnhöhlen (*Ventrikeln*).

Diese - von Clarke/Dewhurst (1973:15ff.) *Zellendoktrin* genannte - Lehrmeinung hielt sich nach Galen weit über ein Jahrtausend lang als dominierende Theorie der Geistesfunktionen.⁴ In nahezu allen Abhandlungen und Illustrationen aus jener Zeit findet sich die dogmatische Auffassung, daß verschiedene psychische Fähigkeiten in drei unterschiedlichen Hirnhöhlen angesiedelt seien. Unschwer lassen sich hier die Wurzeln des späteren lokalisationalistischen bzw. modularistischen Paradigmas erkennen (s.u. 2.2-3). Der orthodoxen Zellentheorie zufolge war der erste Ventrikel Sitz der allgemeinen Sinneswahrnehmungen (*sensus communis*), im zweiten befanden sich Ratio und Denken und der dritte war Ort des Gedächtnisses.⁵ Ab etwa dem 10.Jh. wurden Zellendiagramme insofern 'dynamisiert', als Verbindungen ('vermes') zwi-

3 Vgl. Clarke/Dewhurst (1973:14). Generell konstatieren die Autoren (ibid:61): "Paradoxerweise sollte der auffälligste und vom funktionellen Standpunkt aus gesehen nahezu wichtigste Teil des Gehirns [die äußere Oberfläche] bis zum Beginn des 19.Jahrhunderts weitgehend unbeachtet bleiben.... Vor dem 17. Jahrhundert war das Interesse ausschließlich auf das Hirninnere und hier besonders auf die Ventrikel gerichtet, während die Hirnrinde als funktionslos betrachtet wurde".

4 Head (1926:1) verfolgt diese Doktrin sogar bis ins 19.Jh.: "... in 1798, Soemmering thought the seat of the soul was in the fluids which filled the ventricles, and even as late as 1844, the author of the article on psychology in Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie* states that there are facts «which make it very probable that the cerebral ventricles are the organ which stands in the closest relation to consciousness»".

5 Ausgehend von Avicenna (11.Jh.) existierte auch eine - allerdings weniger gebräuchliche - Fünf-Zellen-Theorie. Die angenommenen Spezialisierungen der einzelnen Hirnhöhlen waren hier: Sinnesempfindung, Einbildungskraft, Fantasie, Urteilskraft und Gedächtnis (vgl. Clarke/Dewhurst 1973:20u.28ff.).

schen den Höhlen angenommen und geistige Prozesse als von einer zur anderen Höhle fortschreitende Vorgänge begriffen wurden (vgl. Abb 2.1).⁶

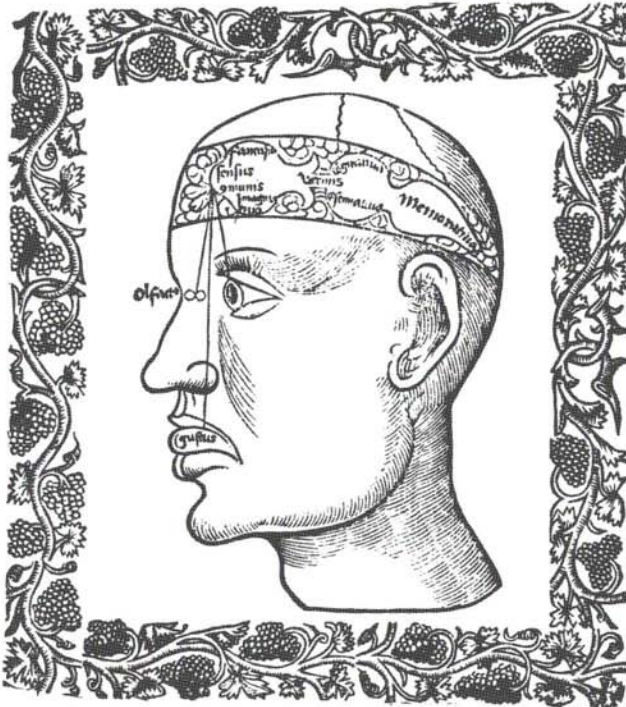


Abb. 1: Typische Darstellung der Zellentheorie aus dem späten 13.Jh. (aus Clarke/Dewhurst 1973:41)

Nach Galen stagnierten also die medizinischen Erkenntnisse über mentale Prozesse, vor allem aufgrund des christlichen Dogmas einer nicht-materiellen 'Seele', für mehr als ein Jahrtausend.⁷ Zur Überwindung der mittelalterlichen Zellenlehre kam es erst in der Renaissance, die - oft eher aus künstlerischen Gründen - realistischere Darstellungen des Gehirns hervorbrachte. So stammt

6 Diese dynamische Zellentheorie nimmt damit den Kerngedanken der Lokalisationsdiagramme des späten 19.Jhs. (s.u.) vorweg, wenngleich die empirische Validität der Zellentheorie aus heutiger Sicht gleich Null ist.

7 Bezeichnenderweise klappt in Benton/Joynts (1960) Report über "Early Descriptions of Aphasia" eine Lücke zwischen dem 2. und dem 15.Jh.

die erste überlieferte Abbildung eines Gehirns, auf der die Windungen erkennbar sind, von Leonardo da Vinci und entstand in den ersten Jahren des 16. Jhs. (Clarke/Dewhurst 1973:61). Der dänische Anatom Caspar Bartholin und sein Sohn Thomas stellten auf Abbildungen ihrer 1641 erschienenen *Institutiones anatomicae* erstmals die *Sylvische Furche* (*Sulcus lateralis*; s.u. Abb. 2) - vielleicht das wichtigste Orientierungsmerkmal für die Hirnanatomen der folgenden Jahrhunderte - und die *Insel* deutlich dar.⁸

Vor allem brachte der mit dem 17. Jh. aufkommende Empirismus Bewegung in die Medizin. Schon im 16. Jh. hatten Paracelsus und Johann Schenck von Grafenberg die - auch schon von Plinius gemachte - Beobachtung belegt, daß Sprachverlust nicht auf einer Lähmung des Vokalapparats beruht (Benton/Joynt 1960:208f.). Das 17. und 18. Jh. waren geprägt von einer stetigen Ansammlung klinischer Fallbeschreibungen, in denen Ausfälle bestimmter psychischer Fähigkeiten beschrieben und zuweilen durch anatomische Befunde ergänzt wurden (ibid:209ff.). Viele grundlegende Erkenntnisse und Errungenschaften der Neurologie und Aphasologie datieren aus jener Zeit. So betrachtete Ende des 17. Jhs. Antoni van Leeuwenhoek erstmals Nerven unter einem Mikroskop - und behauptete, die Großhirnrinde bestehe aus Kügelchen. Johann Schmidt beschrieb das Syndrom der Lesestörung (*Alexie*, s.u. 5.2.3). Thomas Willis äußerte wenig später die Auffassung, daß die Großhirnrinde geistige Funktionen erfülle - eine Erkenntnis, die heute trivial erscheint, damals aber - nach einem Jahrtausend der Zellendoktrin - äußerst bemerkenswert war (Oeser/Seitelberger 1988:10f.). Hiermit verknüpfte Willis, der übrigens auch Fälle von Sprachverlust beschrieb, eine einfache Lokalisationslehre, in der er die seit Galen üblichen Differenzierungen nun nicht mehr den Ventrikeln, sondern Teilen der Hirnsubstanz zuschrieb:

"Das corpus striatum [ein Bereich der Stammganglien im Großhirn] als Empfänger aller Sinnesreize wurde zum Sitz des «sensus communis», die Einbildungskraft lag im corpus callosum (darunter verstand Willis die ganze weiße Substanz zwischen Stammesganglien und Cortex)... und die Hirnrinde enthielt das Gedächtnis. Das Großhirn kontrollierte die Willkürmotorik, das Kleinhirn vegetative Funktionen und Willkürhandlungen..." (Clarke/Dewhurst 1973:71).

-
- 8 Beide Fachbegriffe beziehen sich allerdings auf spätere Anatomen. Franciscus de la Boe (genannt 'Sylvius') beschrieb die erwähnte Furche erst 1663; die *Insula Reili* - ein von Stirn, Scheitel- und Schläfenlappen überdeckter, innerhalb der Sylvischen Furche liegender Abschnitt der Großhirnrinde (s.u. 5.1) - wurde von Johann Christian Reil im Jahre 1809 'entdeckt' (Clarke/Dewhurst 1973:66u.99).
- 9 Die neurologischen Termini werden in Abschnitt 5.1 im Zusammenhang erläutert.

Willis ist somit ein Mittler zwischen den Lokalisationsversuchen des Mittelalters und der klassischen Lokalisationstheorie des 19.Jhs. (s.u. 2.2).

Bis zur Mitte des 18.Jhs. blieb Willis' Lokalisationstheorie die herrschende Lehrmeinung, bis sie durch eine anti-lokalisatorische Kritik Albrecht von Hallers unterminiert wurde (Clarke/Dewhurst 1973:71). Haller unterschied zudem drei *Lappen* des Großhirns (nämlich Frontal-, Parietal- und Okzipitallappen; *ibid*:85).¹⁰ 1770 stellte Johann Gesner erstmals einen Fall mit dem heute *Jargonaphasie* genannten Symptomenkomplex vor (Benton/Joynt 1960: 213).¹¹ Wiederholt äußerten Mediziner des 18.Jhs. - wie z.B. Olof Dalin, Johann Gesner, William Falconer und Alexander Crichton - die Auffassung, daß es sich bei der Aphasie um eine *sprachspezifische* Störung handele, bei der die intellektuellen Fähigkeiten erhalten seien.¹²

Emil du Bois-Reymond wies im frühen 19.Jh. die auf Galvani zurückgehende Hypothese nach, daß die Reizübertragung in den Nervenfasern elektrisch ist. Er vertrat, ebenso wie sein Kollege Hermann Helmholtz, die Auffassung, daß alle Gehirnfunktionen, ja alle Lebensfunktionen schlechthin *physikalisch* erklärbar seien. Es läßt sich hier ein - empirisch fundierter - Brückenschlag zwischen Neurophysiologie und Psychologie und damit die Grundlage eines modernen Materialismus und einer endgültigen Lösung vom kirchendogmatischen Dualismus erkennen.¹³ So war auch eine für die Entwicklung der Neuropsychologie im 19.Jh. entscheidende Theorie, die *Kraniologie* des Wiener Anatomen FRANZ JOSEF GALL, geprägt von Materialismus und Freidenkertum (Head 1926:4). In Gall/Spurzheim (1810) beschreibt Gall autobiographisch die Entstehung der Kraniologie. Er berichtet von Mitschülern, die wegen ihrer überdurchschnittlichen Fähigkeit im Auswendiglernen seine Aufmerksamkeit erregt hatten:

10 Diese Einteilung der Großhirnrinde in nur drei Lappen findet sich noch mehr als hundert Jahre später z.B. bei Wernicke (1874). Allerdings vertraten schon Arnold und Gratiolet Mitte des 19.Jhs. die moderne Differenzierung von vier Hirnlappen (Clarke/Dewhurst 1973:99; vgl.u. 5.1.2).

11 Eine *Jargonaphasie* ist gekennzeichnet durch äußerst flüssiges Sprechen, das aber aufgrund von Neologismen und Paraphrasen unverständlich ist; s.u. 5.2.2.

12 Der populäre Irrglaube, daß es sich bei Aphasikern um Geistesgestörte handele, herrschte aber offenbar noch mindestens bis ins späte 19.Jh. fort. Wernicke (1874) weist z.B. auf eine Reihe solcher Fehleinschätzungen bei den von ihm untersuchten Fällen hin. In veränderter Form taucht diese Vorstellung auch bei späteren Vertretern des holistischen Paradigmas (als *kognitivistisches Theorem*, s.u. 2.4) wieder auf.

13 Die Frage des 'physiologischen Reduktionismus' wird in Abschnitt 4 ausführlicher erörtert werden.

"Es fiel mir auf, daß gerade alle diese grosse Augen (sogenannte Klotzaugen) hatten, und ich erinnerte mich, dass das nämliche auch bey meinen vorigen Gegnern in den früheren Schulen der Fall war. Ich kam endlich auf eine Universität. Mein erstes Augenmerk fiel auf einige klotzauge Mitschüler; man rühmte mir ihr gutes Gedächtnis, und obschon sie gewöhnlich nicht die ersten waren, so übertrafen sie mich doch alle, wenn es auf schnelles Auswendiglernen und treues Hersagen ankam.... so war es natürlich, dass ich allemahl ein grosses Gedächtniss erwartete, wo ich grosse, etwas hervorragende Augen bemerkte" (ibid:vi f.).

Head (1926:9) merkt an, daß diese Ideen, trotz ihrer Naivität, den späteren Lokalisationstheorien den Boden bereiteten: "From such fantastic beginnings sprang the idea that the memory for words was situated in the frontal lobes".

Galls kranilogische Theorie beruhte auf drei Teilhypothesen:

- (1) "... dass das Gehirn aus mehreren einzelnen Organen zusammengesetzt sei", die sich funktional unterscheiden lassen (ibid:xliv) und deren Spezialisierungen angeboren sind;
- (2) daß "die einzelnen Systeme des Gehirnes in dem nämlichen Individuum von ungleicher Größe" seien (ibid:636); und
- (3) daß relativ große Gehirnteile zu Auswölbungen des Schädels an der entsprechenden Stelle führen, also "die Verschiedenheit der Schedelformen von der Verschiedenheit der Gehirnformen verursacht werde" (ibid:viii f.).

Gall unterschied 27 funktional differenzierte Areale. Übrigens markierte er diese Areale nicht nur auf dem Schädel (wie aufgrund der Bezeichnung *Kraniologie* anzunehmen wäre), sondern auch direkt auf der *Großhirnrinde* (Clarke/Dewhurst 1973:94f.). Damit war Gall im Prinzip der klassischen Lokalisationslehre, die gut ein halbes Jahrhundert später von Wernicke und Lichtheim entworfen wurde, schon nahe - nur daß sich die bei Gall postulierten Lokalisationen durchweg als falsch erwiesen. Die erste Hälfte des 19.Jhs. war die Epoche, in der die außerordentliche Bedeutung der Hirnrinde erstmals klar erkannt wurde. Friedrich Tiedemann beschrieb die Struktur des Neocortex - in dem bislang eher ein heillooses Durcheinander von 'Darmschlingen' gesehen worden war (Clarke/Dewhurst 1973:61ff.) - als gesetzmäßig und führte sie auf einen planmäßigen Reifungsprozeß zurück. Die vergleichende Hirnanatomie veranlaßte François Leuret zu der Annahme, daß die Komplexität der Windungsmuster ein Indiz für hohe Intelligenz sei.

Galls Ansatz - unter dem Namen *Phrenologie* vor allem von seinem Schüler Kaspar Spurzheim mit missionarischem Eifer propagiert - begeisterte als eine Mode-'Wissenschaft' in den Jahren nach 1810 das bürgerliche Europa. Daß die Phrenologie auch heute noch als wichtiger Markstein auf dem Wege zur modernen Neuropsychologie verstanden wird, ist primär auf die erste der

obengenannten Teilhypothesen zurückzuführen.¹⁴ Wenn mir es auch überzogen scheint, Gall als einen Schöpfer der modernen Neurowissenschaften zu feiern - dies sowohl aufgrund der umfangreichen Einsichten, die schon zuvor bestanden, als auch aufgrund der Absurdität vieler seiner Behauptungen, denen er eine "reputation as a crackpot" (Churchland 1986: 155) verdankte - so bleibt doch unbestreitbar, daß Gall sich als erster an einer alle Bereiche mentaler Funktionen umfassenden Theorie neuraler Lokalisation versuchte.¹⁵ Clarke/Dewhurst (1973:92) merken treffend an: "Die Phrenologen waren... auf unorthodoxem Wege mit Hilfe falscher Hypothesen zu modernen Ansichten gelangt". Gall bediente sich dabei einer bis in die heutige Neuropsychologie verbreiteten *topographischen Metapher*, aufgrund derer bestimmte 'kognitive Domänen' bestimmten 'Arealen' des Gehirns zugeordnet werden. D.h. mit Gall begann man, sich die Großhirnrinde als Landkarte vorzustellen. Daß sich die von ihm lokalisierten psychischen Eigenschaften und Funktionen (wie z.B. "Stolz", "Weisheit" oder "Entschlossenheit"; vgl. Clarke/Dewhurst 1973:90) einerseits aufgrund ihrer Heterogenität zumeist als nicht lokalisierbar erwiesen haben und andererseits einzelne Vermögen, wie z.B. Sprache oder Musikverständnis, von Gall und Spurzheim ganz einfach falsch lokalisiert wurden, tut der paradigmatischen Bedeutung dieser Theorie keinen Abbruch.

Anzumerken bliebe, daß auch die phrenologischen Hypothesen 2 und 3 (s.o.) durchaus nicht völlig aus der Luft gegriffen sind. Die Lateralisationsforschung (s.u. 5.3) hat ergeben, daß funktionale Dominanz und anatomische Größe in gewissem Zusammenhang stehen könnten. Tierversuche haben zudem gezeigt, daß erhöhte Umweltstimulation zur Verdickung des Neocortex führen kann (s.u. 5.4.1). Auch Galls auf Galenus zurückgehende Behauptung, solche Gehirnverdickungen führten zu Auswölbungen des Schädels, sind nicht

14 Arbib et al. (1982:9) schreiben: "... Gall's phrenology set the stage for the many developments in cerebral localization in the nineteenth century, which created a doctrine that has survived remarkably well...". Lecours et al. (1984:220) behaupten gar: "... Gall was the first to suggest the existence of anatomo-functional relationships between precise cortical areas and various modes of human behavior... Gall should therefore be credited with the fundamental discovery that gave birth to neuropsychology". Selbst Head (1926:4) - keineswegs ein Anhänger des Lokalisationismus (s.u. 2.4) - merkt zu Gall an: "... it is to this man that we are really indebted for the ideas we now hold of the relation of the constituent parts of the nervous system to one another". Welche prominente Rolle Fodor (1983) Gall in seinem modularistischen Ansatz zuweist, werde ich in Abschnitt 3.1.2.2 darstellen.

15 Im Einklang mit der angelsächsischen Sprachregelung werde ich in dieser Arbeit differenzieren zwischen den Begriffen *neural* ('das Nervensystem betreffend') und *neuronal* ('einzelne Nervenzellen betreffend').

völlig absurd¹⁶ - wenn dies auch nicht gestattet, Schädelformen als 'Charakterlandkarten' zu interpretieren.

2.2 Die Klassische Lokalisationslehre

Es ist vor allem dem französischen Mediziner Jean-Baptiste Bouillaud zuzuschreiben, daß Galls Lokalisationsidee - trotz des miserablen Rufs der Phrenologie in Wissenschaftlerkreisen - über Jahrzehnte erhalten blieb. Bouillaud war vor allem vom Glauben an ein Sprachzentrum im Bereich der Frontallappen regelrecht besessen:

"From 1825 through 1860, Bouillaud defended Gall in debates before the French Académie de Médecine, performed experiments,... and collected well over one hundred clinical cases that he felt supported his views" (Harrington 1987:36).

Zu diesem Zweck erschien es ihm sogar sinnvoll, in einem Versuch einem Hund den vorderen Teil des Großhirns zu entfernen und zu verkünden, dieser habe daraufhin das Bellvermögen verloren (vgl. *ibid.*).

Daß die Sprachfähigkeit des Menschen nicht 'hinter den Augen' lokalisiert war, wie Gall und Spurzheim meinten, sondern am Fuß der dritten Frontalwindung (Abb. 2) - diese Auffassung geht auf den Pariser Chirurgen PAUL BROCA zurück. Broca begann, sich für das Problem der Lokalisation des Sprachvermögens zu interessieren, als hierüber im April 1861 zwischen Pierre Gratiolet und Erneste Auburtin in der - von Broca selbst gegründeten - Pariser *Société d'Anthropologie* ein Streit entbrannte.¹⁷ Auburtin, wie Bouillaud Verfechter

16 Caplan (1987:365) schreibt hierzu: "Larger lobes produce indentations of the skull known as 'ptalias' which parallel brain asymmetries (as the phrenologists claimed...)". Besonders auffällig ist eine als 'torque' bezeichnete typische Asymmetrie des menschlichen Gehirns, aufgrund derer der linke Hinterhauptslappen und der rechte Frontallappen etwas herausstehen, was auch mit einer leichten Schädelasymmetrie korreliert (Annett 1985:49f.).

17 Harrington (1987:38ff.) weist auf die politisch-religiösen Implikationen hin, die die Auseinandersetzungen zwischen dem 'Ketzer' Gall und dem orthodox-dualistischen Verteidiger katholischer Dogmen Flourens ebenso bestimmten wie den Streit um ein lokalisierbares Sprachzentrum: "debates on language localization not only raised various religious bogeys but could, in a strange way, serve as a litmus test of the participants' politics and ethics" (*ibid.*:39). Der Hugenotte Broca und seine Mitstreiter Bouillaud und Auburtin verbanden mit ihren lokalisatorischen Hypothesen materialistisch-reduktionistische Ideen und eine anti-royalistische und anti-klerikale Gesinnung. Harrington zufolge haftete andererseits den damaligen holistischen Gegenspielern - zumindest in Frankreich - der Ruch einer reaktionären Ideologie an, die vor allem darauf gerichtet war, die Einheit und Immaterialität der 'Seele' als eines theologischen Kernbegriffs zu wahren.

der 'Frontallappenhypothese', erklärte den Fall eines gewissen Leborgne, dessen Sprachproduktion bis auf ein immer wiederkehrendes "tan" und ein von Broca (1861:344) dezent verschwiegenes "grobes Schimpfwort" gleich Null war, zum Prüfstein. Kurz darauf übernahm Broca im Rahmen seiner chirurgischen Tätigkeit am Pariser Bicêtre-Hospital den Fall. Man mag kaum an den für die Fachwelt 'glücklichen' Zufall glauben, daß Leborgne schon 6 Tage danach eines natürlichen Todes starb und eine Autopsie vorgenommen werden konnte, die nach Brocas Ansicht die Hypothese eines am Fuß der dritten Frontalwindung lokalisierten Sprachzentrums belegte.

Broca (1861) trug wenig später in der *Société Anatomique* seine Beobachtungen vor. Leborgne hatte nach seiner Auffassung an einer Verletzung des Zentrums der *faculté du langage articulé* (also des Sprachproduktionszentrums) gelitten, die ein von Broca *Aphemie* genanntes Syndrom, d.h. den nahezu völligen Verlust des Sprechens bei intakter Intelligenz und erhaltenem Sprachverstehen, zur Folge hatte (ibid.:343ff.). Heikel an Brocas Befunden sind allerdings die anatomischen Schlüsse, die er aus der Autopsie zieht. Da Leborgne an einer *progressiven* Hirnerweichung litt und gegen Ende seines Lebens auch nicht-sprachliche Symptome aufwies, mußte Broca (1861: 348ff.) mit - m.E. gewagten - Schlußfolgerungen den für die ursprünglichen Sprachstörungen verantwortlichen Verletzungsherd erschließen. Daß er sich dabei von der vorgefaßten Theorie eines Sprachzentrums im Frontallappen leiten ließ, ist naheliegend.¹⁸ Broca (1861:338), der sich als "partisan du principe des localisations" bezeichnet, fühlt sich zu weitergehenden Lokalisierungshypothesen veranlaßt, denen zufolge

"les facultés cérébrales les plus élevées... comme le jugement, la réflexion, les facultés de comparaison et d'abstraction, ont leur siège dans les circonvolutions frontales, tandis que les circonvolutions des lobes temporaux, pariétaux et occipitaux sont affectées aux sentiment, aux penchants et aux passions... les grandes régions de l'esprit correspondent aux grandes régions du cerveau".

18 Alexander/Naeser (1988:223) merken an, daß Leborgnes Verletzungen primär *subcortical* waren: "Broca's original case had damage to the foot of F3 [=third frontal gyrus], but, as many neurohistorians have pointed out, the bulk of the lesion was deep..., running posteriously across [a great number] of... white matter regions". Vgl. auch unten 2.4 zu Mariés (1906) Kritik an Broca.

19 "Die höchsten zerebralen Fähigkeiten... wie Urteil, Reflexion, Vergleich und Abstraktion ihren Sitz in den frontalen Windungen haben, während die Windungen der Schläfen-, Scheitel- und Hinterhauptslappen den Gefühlen, Neigungen und Leidenschaften gewidmet sind... die großen Regionen des Geistes entsprechen den großen Regionen des Gehirns". Diese und alle folgenden Übersetzungen französischer Originaltexte stammen - soweit nicht anders vermerkt - von mir.

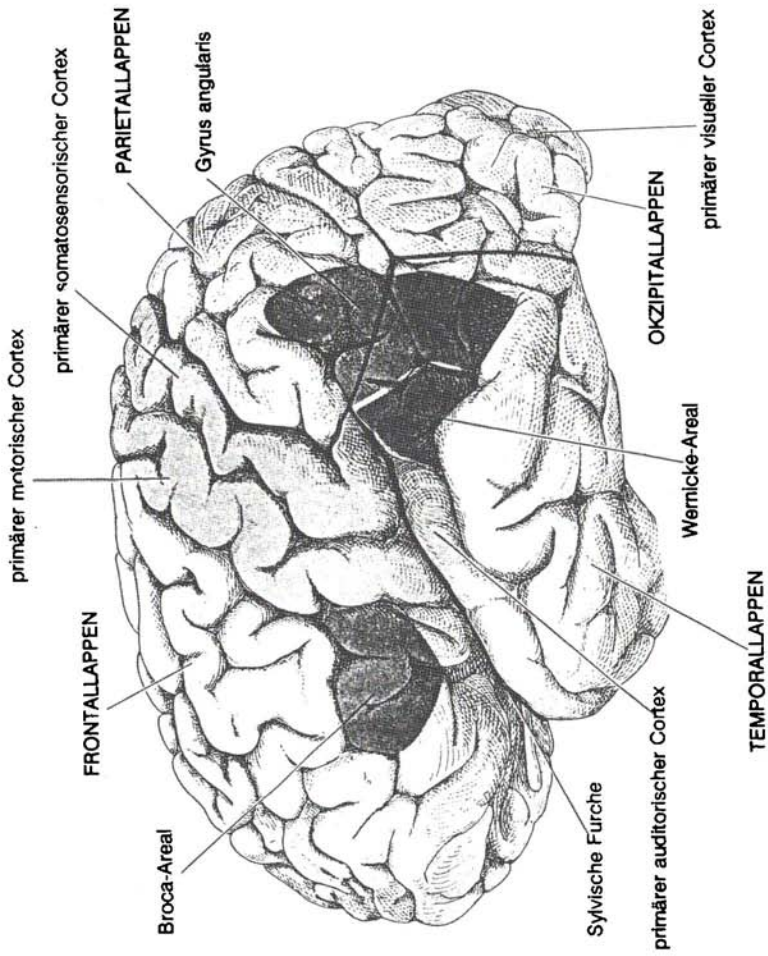


Abb. 2: Außenansicht der linken Hemisphäre mit Sprachregionen (dunkel) und primären sensorischen und motorischen Arealen (aus Geschwind 1979: 161)

Ein weiterer Fall (Lelong) mit ähnlicher sprachproduktiver Störung und mit vergleichbarem, wenn auch noch weniger eindeutigem, Autopsiebefund bestärkte Broca in seiner lokalisationalistischen Überzeugung.²⁰

Zu der Erkenntnis, daß sich das Sprachvermögen bei Rechtshändern (nahezu immer und nahezu vollständig, s.u. 5.3) in der linken Hirnhemisphäre befindet, gelangte Broca erst später.²¹ Zuerst explizit aufgestellt wurde die Hypothese einer Linkslateralisation des Sprachvermögens von dem südfranzösischen Landarzt Marc Dax. Dieser hatte aus einer schon 1800 begonnenen Sammlung von mehr als 40 Fällen traumatischer (d.h. durch Verletzungen hervorgerufener) Sprachstörung geschlossen, daß die linke Hemisphäre für sprachliche Prozesse dominant sei und dies auch auf einem Kongreß im Jahre 1836 öffentlich vertreten - allerdings in Montpellier, fernab vom Zentrum Paris, von dessen Fachpublikum diese These nicht zur Kenntnis genommen wurde (vgl. Critchley 1970:62ff. und Harrington 1987:45ff.).

Es wird in historischen Abrissen der Neurolinguistik oft übersehen, daß Broca offenbar nicht glaubte, mit dem besagten Areal an der unteren dritten Frontalwindung der linken Hemisphäre das einzige oder auch nur das wesentliche Zentrum menschlichen Sprachvermögens bestimmt zu haben. Broca (1866:378f.) bemerkt hierzu:

"... tous les langages de convention, tels que la parole articulée, les diverses espèces d'écriture, la dactylogie, la mimique artificielle usitée dans l'éducation des sourds-muets, etc., ne sont que des manifestations particulières de la faculté que nous possédons d'établir une relation constante entre un signe et une idée. Cette faculté,... la faculté générale du langage, ne doit donc pas être confondue avec la faculté spéciale du langage articulé qui, au point de vue psychologique, n'en est qu'une dépendance, mais qui, au point de vue de sa manifestation, constitue une fonction distincte de toutes les autres. L'aphémie nous comprend quand nous lui parlons; il a donc

20 Arbib et al. (1982:10) bescheinigen Broca dagegen eine eher holistische Position: "... he believed that the brain as a whole constituted the material substrate for whatever further capacities are involved in the exercise of our linguistic ability". Und Critchley (1970:62) schildert Broca als einen 'Lokalisationisten wider Willen': "[Broca's case descriptions] created a sensation at the *Société d'Anthropologie*.... Broca mildly protested that all he had wished to do was to bring forward two pathological specimens to illustrate a rare and curious fact which chance had brought his way. He had no wish to take part in any debate upon the location of centres for speech.... Almost against his will Broca found himself proclaimed a protagonist in the matter of cerebral localization...".

21 Broca (1861:356) führt die Aphemie noch auf "une lésion de l'un des lobes antérieurs" (Herv.v.mir) zurück, während Broca (1866:377) konstatiert, "que la faculté du langage est localisée dans la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale gauche". Bei Zitaten werde ich im folgenden auf *Hervorhebungen im Originaltext* - im Gegensatz zu solchen, die ich selbst eingefügt habe - nicht gesondert hinweisen.

conservé la faculté d'associer les signes avec les idées, c'est-à-dire la faculté générale du langage...".²²

Die von Broca hier angedeutete Möglichkeit eines weiteren, das *Sprachverstehen* betreffenden Typus von Sprachverlust sollte sich wenige Jahre später bestätigen. 1874 verkündete der junge Breslauer Neurologe CARL WERNICKE die Entdeckung eines zweiten Sprachzentrums, bei dessen Verletzung es - im Gegensatz zur 'Aphemie' Brocas - zu Störungen vor allem des Sprachverstehens komme. Wernicke (1874) bezeichnet das von Broca entdeckte Areal der dritten Frontalwindung als das Zentrum der "Sprachbewegungsbilder" (ibid: 29), und ebenso wie dieser rechnet er dessen - primär motorische - Funktionen nicht zum Kern des allgemeinen Sprachvermögens (ibid:18). Vor allem postuliert Wernicke (ibid:21ff.) ein zweites Sprachzentrum, das er als den Sitz der "Klangbilder" bezeichnet und in der "I. Schläfewindung" lokalisiert (s.o. Abb. 2).²³

Den bei Verletzung dieses Zentrums auftretenden Symptomenkomplex bezeichnet Wernicke als *sensorische Aphasie*, die er folgendermaßen beschreibt:

"Der Kranke ist... weder fähig[,] das gesprochene Wort nachzusagen,... noch das gesprochene Wort zu verstehen. Er hört von dem Gesprochenen nur ein verworrenes Geräusch, das für ihn keinen Sinn hat..." (ibid:22).

Es handelt sich hier also um keine generelle Störung des Hörens, sondern um einen sprachspezifischen "Verlust der Klangbilder bei vollständig erhaltenem Gehör" (ibid:21). Auf der sprachproduktiven Seite beeinträchtigt dieser Verlust der Klangbilder zwar nicht die Flüssigkeit des Sprechens, wohl aber Form und Inhalt des Gesprochenen:

22 "... alle Konventionssprachen, wie die artikulierte Sprache, die verschiedenen Schriftarten, die Zeichensprache, die künstliche Gebärdensprache, die zur Erziehung Taubstummer verwendet wird usw., sind nur spezielle Ausdrucksformen unseres Vermögens, eine beständige Verbindung zwischen einem Zeichen und einer Vorstellung herzustellen. Dieses Vermögen,... das allgemeine Sprachvermögen, darf nicht mit dem besonderen Vermögen zur artikulierten Sprache verwechselt werden, das, aus psychologischer Sicht, von dieser abhängig ist, aber in Anbetracht seiner Auswirkungen eine von allen anderen zu unterscheidende Funktion darstellt. Der aphemische Patient versteht uns, wenn wir zu ihm sprechen; er hat demnach sein Vermögen, Zeichen mit Vorstellungen zu verbinden, d.h. sein allgemeines Sprachvermögen, bewahrt..."

23 Man muß hier anmerken, daß die Illustrationen in Wernicke (1874) nahezu völlig unbrauchbar sind. Abgesehen von einer verwirrenden Darstellung der wesentlichen Orientierungspunkte (z.B. der Sylvischen und der Roland'schen Furche und der Windungen des Frontal- und Temporalbereiches, s.u. 5.1.2) liefert Wernicke zu allem Unheil auch noch Abbildungen der *rechten* Hemisphäre, obwohl er die Dominanz der linken Hemisphäre bei Sprachprozessen erkennt (ibid:7).

"... die realen Sinnesbilder eines Gegenstandes vermögen jetzt die Bewegungsvorstellung des Wortes direkt zu innervieren. Das Vermögen zu sprechen ist also erhalten, aber mit einer gewissen Einschränkung. Denn beim gewöhnlichen Sprechen scheint... unbewußt das Klangbild immer mit innerviert zu werden... und dadurch eine fortwährende Correctur auf den Ablauf der Bewegungsvorstellungen auszuüben.... Abgesehen von dem Mangel an Verständnis hat der Kranke also noch aphasische Erscheinungen beim Sprechen, bedingt durch das Fehlen dieser unbewußten von dem Lautbild geübten Correctur. Sie bestehen in dem leichten Verwechseln der Wörter" (ibid:23).

Neben solchen - heute als *Paraphasien* bezeichneten - Abweichungen von der Normalsprache leiden sensorische Aphasiker laut Wernicke oft unter Lesestörungen und stets unter Störungen des Schreibvermögens. Letzteres begründet Wernicke (ibid:25) damit, daß das "Schreiben... eine bewusste Bewegung [ist], welche mit innigster Anlehnung an den Klang gelernt und immer unter Leitung desselben executirt wird".

Die außerordentliche Bedeutung von Wernickes Schrift *Der aphasische Symptomenkomplex* liegt nicht allein in der Entdeckung eines zweiten (mutmaßlichen) Sprachzentrums. Wernickes diesbezügliche Untersuchungen beschränken sich auf zwei Fallbeschreibungen (ibid: 39ff.). Dabei ist der erste Fall zwar eingehend dokumentiert, es fehlen jedoch (da es zu keiner Autopsie kam) die anatomischen Angaben über den Verletzungsort. Diese sind zwar bei dem zweiten Fall vorhanden, decken sich aber nicht mit der von Wernicke postulierten "Herderkrankung" in der ersten Temporalwindung. Weiterhin sind die Symptombeschreibungen bei diesem zweiten Fall sehr bruchstückhaft. Wernickes 'Entdeckung' eines "Klangbildzentrums" ist also äußerst spekulativ und steht, empirisch gesehen, auf tönernen Füßen.

Viel bedeutender an Wernickes Schrift ist, daß er neben den angesprochenen Störungen der Sprachbewegungsvorstellungen und der Klangbilder weitere Symptomenkomplexe beschreibt und - im Gegensatz zu Broca - versucht, die Existenz dieser Aphasietypen anhand eines mehrere Sprachzentren und Leitungsbahnen umfassenden theoretischen Modells zu *erklären*. Dabei bedient er sich - wie schon Gall (s.o.), jedoch ohne sich auf diesen zu berufen - jener *topographischen Metapher*, nach der psychische Spezialisierungen auf abgegrenzten 'Ländereien' der Großhirnrinde angesiedelt sind. Damit ist Wernicke die zentrale Figur des später *lokalisationalistisch* genannten Paradigmas. Diesem zufolge werden sprachliche Prozesse verstanden als lineare Abläufe in der Art eines 'Reflexbogens', bei denen Impulse von den Sinnesorga-

nen über spezialisierte Zentren zu motorischen Organen wandern.²⁴ Die Richtung der Impulse ist bestimmt durch die Verbindungen zwischen den Zentren. Zentren und Verbindungen werden verstanden als *neurale* Realitäten, d.h. als Hirnareale und Nervenfaserbündel. Pathologische Veränderungen des Sprachvermögens sind erklärbar als Zerstörungen spezifischer Orte innerhalb des Modells, d.h. als Verletzungen eines Zentrums oder einer Leitungsbahn. Bei gegebenem Verletzungsort lassen sich die resultierenden Symptome aufgrund der Spezialisierungen der Zentren voraussagen bzw. erklären.

LUDWIG LICHTHEIM (1885) arbeitete Wernickes Ansatz zu einem kohärenten System aus. Gemäß der gerade umrissenen - zuweilen auch 'konnektionistisch'²⁵ genannten - Logik postuliert Lichtheim zwei an Prozessen oraler Sprache beteiligte sprachspezifische Zentren und fünf Leitungsbahnen und beschreibt folglich sieben Typen der Aphasie, die den sieben möglichen Verletzungsorten entsprechen. Außerdem führt er ein "Centrum der Begriffsbildung" (B)²⁶, sowie Zentren der Schreibbewegungen (E) und der optischen Schriftbilder (O) ein. Sechs Typen von Störungen oraler Sprache lassen sich laut Lichtheim in zwei Obergruppen einordnen, die er "Sprachlosigkeit" und "Sprachtaubheit" nennt:

- (A) Zu der ersten Gruppe, der "Sprachlosigkeit" ("Aphasie"), zählt Lichtheim alle Störungen auf der motorischen Seite des sprachlichen 'Reflexbogens', also "Unterbrechungen der Bahn *Bm*" (ibid:255). Hierzu gehören:
- (1) die "Kernaphasie" (der von Broca entdeckte Typ), also die Schädigung des Bewegungsbildzentrums M, gekennzeichnet durch Störungen der willkürlichen Sprache, des Lautlesens und Nachsprechens, sowie des

24 Bei einem Reflexbogen im ursprünglichen Sinne handelt es sich um einen in sich geschlossenen Nervenpfad, der ausgehend von einem oder mehreren sensorischen Rezeptorneuronen über wenige Schaltstationen des ZNS (Interneuronen) ein oder mehrere motorische Neuronen innerviert.

25 So etwa bei Caplan (1987). Während die Bezeichnung *Lokalisationismus* eher den topographischen Aspekt und den Anspruch auf neurale Realität unterstreicht, bezieht sich *Konnektionismus* primär auf die innerhalb dieses Paradigmas üblichen Diagramme, die immer aus einer durch Leitungen *verbundenen* Menge von spezialisierten Zentren bestanden. Obwohl der zweite Begriff m.E. den modularistischen Charakter dieses Paradigmas besser erfaßt, werde ich ihn nicht verwenden, da er homonym ist mit der Bezeichnung für neuere eher ganzheitliche Ansätze in der KI-Forschung (s.u. 6.2).

26 Lichtheim (1885:257) stellt klar, daß dieses "nur der Einfachheit der Darstellung zu Liebe" als Zentrum verstanden wird, da "die Begriffsbildung nicht an eine Stelle des Hirns gebunden" ist.

Schreibens, wobei das Verständnis für mündliche und schriftliche Sprache erhalten bleibt (ibid:209ff.);

- (2) die "zentrale Leitungsaphasie", bei der die Verbindung zwischen dem Bewegungsbildzentrum und dem Begriffsbildzentrum durchtrennt ist. Ihr Symptombild ähnelt dem der Kernaphasie, allerdings sind Lautlesen, Nachsprechen und Diktatschreiben erhalten (ibid: 222ff.);
- (3) die Unterbrechung der Verbindung zwischen Bewegungsbildzentrum und den ausführenden motorischen Organen bezeichnet Lichtheim als "periphere Leitungsaphasie". Auch sie ähnelt der Kernaphasie, nur daß hier zusätzlich die Schreibfähigkeit erhalten ist (ibid:224ff.).

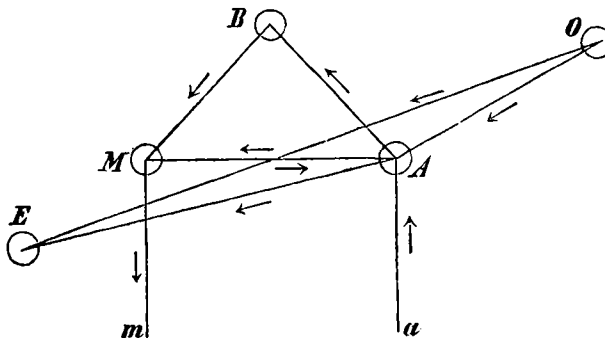


Abb. 3: Lichtheims Diagramm der Sprachzentren (aus Lichtheim 1885:214)

- (B) "Sprachtaubheit" ("Logokoposis") nennt Lichtheim (ibid:255) alle "durch Läsion der Bahn aAB entstehenden Krankheitsbilder", die also die sensorische Seite des 'Reflexbogens' betreffen. Hierunter fallen:
 - (4) die "Kernsprachtaubheit", die der *sensorischen Aphasie* bei Wernicke entspricht und durch eine Verletzung des Klangbildzentrums hervorgerufen wird. Symptome sind der Verlust des Verständnisses mündlicher und schriftlicher Sprache und der Fähigkeit, nachzusprechen, nach Diktat zu schreiben und laut zu lesen. Erhalten sind die sonstigen Schreibfähigkeiten und das willkürliche Sprechen, das jedoch - wie schon von Wernicke konstatiert - durch Paraphasien entsteht (Lichtheim 1885:210ff.);

- (5) eine Unterbrechung zwischen dem Klangbild- und dem Begriffsbildungszentrum, die Lichtheim als "zentrale Leitungssprachtaubheit" bezeichnet. Sie unterscheidet sich von der Kernsprachtaubheit durch zusätzliche Erhaltung der willkürlichen Schrift (wenn auch von "Paragraphien"²⁷ gekennzeichnet), des Nachsprechens, Lautlesens und des Schreibens nach Diktat (ibid:227ff.);
- (6) die "periphere Leitungssprachtaubheit" ist bedingt durch eine Unterbrechung zwischen den auditorischen Sinnesorganen und dem Klangbildzentrum. Sie unterscheidet sich von der Kernsprachtaubheit allein dadurch, daß Schriftverständnis und Lautlesen intakt sind (ibid: 237ff.).

Hinzu kommt noch:

- (7) die "Leitungsaphasie", also die Unterbrechung zwischen den beiden Sprachzentren (Bewegungsbildzentrum und Klangbildzentrum). Hier sind, laut Lichtheim (ibid:213ff.) mündliche und schriftliche Sprache, sowie Nachsprechen, Lautlesen und Diktatschreiben paraphasisch bzw. paragraphisch entstellt. Intakt sind hingegen das Verständnis für Sprache und Schrift, sowie das Kopieren von Vorlagen.²⁸

Entsprechend seinem Postulat sprachspezifischer Zentren in einem sprachspezifischen 'Reflexbogen', betont Lichtheim bei seinen aphasischen Fallbeschreibungen immer wieder (z.B. ibid:224, 229, 239 u. 246f.), daß die Intelligenz der Patienten völlig ungestört sei - eine Position, die schon Wernicke (1874) bezogen und die auch in den aphasischen Fallbeschreibungen des 17. und 18.Jhs.

27 Hierunter versteht Lichtheim (1885:215) den Paraphasien vergleichbare Störungen der Schriftsprache.

28 Die Typologie Lichtheims wird auch nach 100 Jahren noch vielerorts mit nur wenigen, primär terminologischen, Veränderungen verwendet (s.u. 5.2). Goodglass/Kaplan (1979) z.B. unterscheiden neben der Broca- und Wernicke-Aphasie eine "conduction aphasia" (entsprechend der "Leitungsaphasie"), eine "transcortical motor aphasia" (entsprechend der "zentralen Leitungsaphasie") und eine "transcortical sensory aphasia" (entsprechend der "zentralen Leitungssprachtaubheit"). Hinzu kommt bei Goodglass/Kaplan noch eine "anomic aphasia", von der aber schon Lichtheim (1885:252ff.) - den Begriff "Wortamnesie" verwendend - sagte, "dass die Amnesie als Residuum aller Störungen der Sprachbahn *BMAB* zurückbleiben und auch bei allen Affectionen eintreten kann, welche in irgend einer Weise die Leistungsfähigkeit des ganzen Gehirns beeinträchtigen.... [Hieraus] erhellt..., dass die Wortamnesie kaum geeignet ist, als Einteilungsprinzip aphasischer Störungen acceptirt zu werden, und daß es zweckmäßig sein wird, den Namen der *amnestischen* Aphasie ganz fallen zu lassen"(ibid:254). Der Wortamnesie komme auch nicht der Status eines "localisierbaren Herdsymptoms" zu (ibid.). Die Interpretation Lichtheims durch Arbib et al. (1982:11), wonach "anomic aphasia" nach dessen Auffassung auf einer Verletzung des Begriffsbildungszentrums beruht, ist also irreführend.

überwogen hatte (s.o. 2.1). Hier scheinen empiristische Auffassungen zugrundezuliegen, die sich z.B. in folgenden Überlegungen Wernickes (1874:33) zum kindlichen Spracherwerb äußern:

"... das Erlernen der Sprache besteht in *Nachahmung* des Gehörten, die Sprache ist nicht identisch mit einer gewissen Höhe der geistigen Entwicklung; Denken und Sprechen sind zwei von einander *gang unabhängige* Prozesse, die sich sogar gegenseitig hemmen können" (Herv.v.mir).

Wie Abb. 3 zeigt, verzichtet Lichtheim im Gegensatz zu Wernicke darauf, sein Diagramm des sprachlichen 'Reflexbogens' direkt auf die Hirnanatomie zu projizieren. Trotzdem ordnet er jedes der postulierten Zentren und jede Verbindung neuralen Substraten zu, wobei er die Lokalisationen Brocas (für die "Kernaphasie") und Wernickes (für die "Kernsprachtaubheit" und die "Leitungsaphasie"³⁰) akzeptiert. Für die beiden zentralen Leitungssyndrome nimmt Lichtheim (ibid:258) Läsionen in der unmittelbaren Umgebung des jeweiligen Sprachzentrums an, während er die peripheren Leitungssyndrome auf subcorticale Verletzungen zurückführt (ibid:260ff.).

Lichtheim entwirft also ein Modell exakt definierbarer, diskreter³¹ aphasischer Syndrome, bei denen jeweils ein Verletzungsort mit einem Symptomenkomplex in direktem Kausalverhältnis steht. Diese Herangehensweise erlaubt es Lichtheim, *Vorhersagen* über die Beziehung zwischen Symptomenkomplex und neuraler Läsion - und zwar in beiden Richtungen - zu machen. So erklärt Lichtheim (ibid:227) z.B., daß er die Existenz der peripheren und der zentralen Leitungssprachtaubheit zunächst nur aufgrund des Modells prognostizierte und erst dann auf entsprechende klinische Fälle stieß. Dabei bekennt sich Lichtheim zu einer Forschungslogik, die man heute - auf Popper (z.B. 1965)³²

29 Diese Auffassung über das Verhältnis von Sprache und Denken ähnelt der - im Rahmen von Chomskys generativer Syntaxtheorie entstandenen - Hypothese eines autonomen, auf einer modularen *Universalgrammatik* beruhenden, Spracherwerbsprozesses, wenn auch die lerntheoretischen Prämissen gänzlich divergieren (s.u. 3.1).

30 Dieses Krankheitsbild war schon von Wernicke (1874:26ff.u.47ff.) beschrieben und auch als "Aphasie der Inselgegend" bezeichnet worden. Die Verbindungsstränge zwischen Klangbildzentrum und Bewegungsbildzentrum verlaufen demnach durch die 'Insel' (*Insula Reili*), also den in der Sylvischen Furche liegenden, von den Überwölbungen der angrenzenden Frontal-, Parietal- und Temporallappen verdeckten Bereich der Großhirnrinde (s.u. 5.1-2).

31 Im Einklang mit der englischsprachigen Literatur verwende ich den Begriff 'diskret' hier und im folgenden im Sinne von 'eindeutig abgrenzbar'.

32 Popper (1965:vii) schreibt: "The way in which knowledge progresses, and especially our scientific knowledge, is by unjustified (and unjustifiable) anticipations, by guesses, by tentative solutions to our problems, by *conjectures*. These conjectures

zurückgehend - 'falsifikationistisch' nennt und wonach "selbst eine verfehlende Betrachtung von Wert sein" kann (Lichtheim 1885:265).³³

Allerdings behauptet Lichtheim nicht, klinische Aphasiefälle ließen sich stets oder auch nur in der Mehrzahl problemlos einem der postulierten Typen zuordnen. Dabei führt er einen, schon bei Wernicke zu findenden, Gedanken aus,

"dass öfter als diese reinen klinischen Bilder, welche auf mehr oder weniger willkürlichen anatomischen Abgrenzungen beruhen, diejenigen Fälle vorkommen, bei denen je zwei oder drei der gezeichneten Symptomencomplexe mit einander verschmolzen sind, weil die pathologischen Prozesse gewöhnlich ziemlich ausgedehnt sind" (Wernicke 1874:32).

Lichtheim (1885:243) erwähnt als "unanfechtbares Beweisstück für die wirkliche Existenz derartiger Combinationsformen" die *Totalaphasie*, bei der "gleichzeitig der centripetale [aAB] und der centrifugale [BMm] Schenkel des Sprachbogens durchbrochen" seien (ibid.).

Als weiteren, die Diagnose (d.h. Typenzuordnung) von klinischen Aphasiefällen erschwerenden, Faktor erwähnt Lichtheim (ibid:245), "dass die einzelnen Componenten der Symptomecomplexe sich sehr verschieden schnell zurückbilden". So sei z.B. festzustellen, "dass in den meisten Fällen die Sprachtaubheit sehr rasch rückgängig wird, während die analogen Störungen des Schriftverständnisses sich viel langsamer und unvollkommener zurückbilden" (ibid.). Daher seien etwa Kombinationen von motorischer Aphasie (bzw.

are controlled by criticism; that is, by attempted *refutations*, which include severely critical tests". Dies bezeichnet Popper (1972:106) als eine "kritische Fortbildung der Methode des Versuchs und Irrtums ('trial and error')".

33 Lichtheim (1885:265) räumt hinsichtlich seiner Lokalisationshypothesen ein, "wie wenig positive Thatsachen für sie angeführt werden können, und wie ihre Grundlage vielfach in *theoretischen Raisonnements* besteht. Wenn ich sie trotzdem nicht für mich behalten habe, so bin ich von dem Gesichtspunkte ausgegangen, dass wir die Konsequenzen unserer theoretischen Anschauungen *rücksichtslos* ziehen müssen. Je mehr dies geschieht, umso eher werden wir Material gewinnen, sie zu *corrigiren* in den Punkten, in denen sie fehlerhaft sind, sie ganz aufzugeben, wenn die Thatsachen es erfordern" (Herv. v. mir). Übrigens unterscheidet sich Wernickes und Lichtheims Herangehensweise eines *Theorieprimats* (s.u.) von der Brocas, der - in Auseinandersetzung mit Eugène Dally - sagt: "Il demande... qu'on procède *à priori*, ce qui a toujours égaré les investigations dans les recherches sur les fonctions de l'encéphale. Je pense, au contraire qu'il faut procéder *à posteriori*. L'analyse qu'il réclame découlera peu à peu des faits pathologiques" (1866:384 - "Er verlangt, daß man *a priori* vorgehen solle, was stets die Untersuchungen über Hirnfunktionen in die Irre geleitet hat. Ich glaube im Gegenteil, daß man *a posteriori* vorgehen muß. Die Analyse, die er fordert, ergibt sich nach und nach aus den pathologischen Thatsachen"). Die Priorität besitzt bei Broca also, zumindest der Forderung nach, die von der Theorie unbeeinflusste klinische Beobachtung.

'Kernaphasie') und Lesestörung häufig zu beobachten. Es handele sich hierbei um "Totalaphasien..., bei denen das Symptom der Sprachtaubheit bereits vermischt ist" (ibid:246) - also nicht um ein eigenständiges Syndrom, sondern um ein Genesungsstadium des Combinationssyndroms *Totalaphasie* (vgl.u. 5.2.6). Ein dritter, die Diagnose komplizierender, Umstand ist laut Lichtheim (1885: 248f.) schließlich der graduelle Charakter der Symptome, d.h., "dass alle die Störungen der Sprachfunktionen mehr oder minder unvollkommen, partiell auftreten können, dass größere oder geringere Reste vorhanden sein können...".

Lichtheim, der aufgrund seiner im Vergleich zu Wernicke (1874) ungleich systematischeren Darstellungen m.E. eine Zentralfigur - wenn auch nicht geistiger Vater - des klassisch-lokalisationalistischen Paradigmas in der Aphasieologie ist, weiß, daß er in seinem Modell mit *Idealtypen* arbeitet, die in der klinischen Realität nicht in der postulierten Eindeutigkeit auftreten. Er tut dies, "um nicht den an und für sich verwickelten Gegenstand noch mehr zu compliciren" (ibid:249). Damit greift Lichtheim einem Kerngedanken des späteren modularistischen Paradigmas vor, welcher - wie ich u.a. in 3.1.1.6 argumentieren werde - maßgeblich von *methodischen* Erwägungen geleitet ist. Dieser Kerngedanke liegt im Aufspalten eines Problembereichs in überschaubare Teilbereiche und damit in einer systematischen und bewußten Vereinfachung des Forschungsgegenstandes.

Wie schon angedeutet, erfreut sich der klassische Lokalisationismus auch ein Jahrhundert nach seiner Entstehung noch großer Beliebtheit bei Anhängern des modernen modularistischen Paradigmas. Geschwind (1970:940) nennt Wernicke "The man who was... most responsible for initiating the modern study of [aphasia]". Er unterstreicht dabei vor allem die schon erwähnten empirischen Stärken der Herangehensweise Wernickes:

"It is important to remember that Wernicke's theory has been the only one in the history of aphasia which could in a real sense be put to experimental test" (ibid:942).³⁴

34 Abgesehen davon, daß diese Huldigung Lichtheim ebenso gelten müßte wie Wernicke, scheint mir Geschwinds Behauptung, keine andere aphasiologische Theorie habe jemals "wirklichen experimentellen Tests" unterzogen werden können, für maßlos überzogen und von den eigenen theoretischen Auffassungen (vgl.a. Geschwind 1979 u. 1980a) vorgeprägt. Nicht zu vergessen, wie schwach und uneindeutig gerade Wernickes empirisches Material war (s.o.)!

Mit ähnlichen Argumenten heben Arbib et al. (1982:10ff.) die Bedeutung der "diagram makers" Wernicke und Lichtheim mit ihren streng formalisierten "box and arrow"-Modellen heraus und resümieren: "As a taxonomy, the Wernicke-Lichtheim classification is alive and well in the second half of the twentieth century..." (ibid:12).

2.3. Die wundersame Vermehrung der Zentren und Areale

Das späte 19. und das frühe 20.Jh. waren geprägt durch Modelle, in denen die Großhirnrinde immer feiner unterteilt wurde. Der Freiburger Anatom Alexander Ecker beschrieb 1869 - "mit zwanghafter Genauigkeit", wie Clarke/Dewhurst (1973:101) anmerken - die Windungen und Furchen des Neocortex und führte dabei Bezeichnungen ein, die sich im wesentlichen bis heute erhalten haben (s.u. 5.1). In den folgenden Jahrzehnten wurde die Feineinteilung vor allem durch Wernickes Lehrer Theodor Meynert, sowie durch Siegmund Exner und Paul Flechsig betrieben. Flechsig unterschied 36 Regionen, in denen die Markumhüllungen von Nervenfasern jeweils unterschiedliche Reifungsmuster aufweisen (vgl.u. 5.4.1). Dieser *myelogenetische* Aspekt wurde bei William Campbell und dann vor allem bei Korbinian Brodmann ergänzt durch den *zytoarchitektonischen*, d.h. durch die Differenzierung von Regionen aufgrund unterschiedlichen Faser- und Nervenzellaufbaus. Auf Brodmanns Hirnatlas von 1908 mit seinen 52 corticalen Regionen (Abb. 4) beziehen sich viele heutige Neurowissenschaftler immer noch (vgl. Clarke/Dewhurst 1973: 111).

Caplans (1987:67) Behauptung, die Ideen des klassischen Lokalisationismus der Aphasie seien, obwohl gegen Ende des 19.Jhs. u.a. von Déjerine und Liepmann übernommen, zwischen 1910 und 1960 "unpopulär" gewesen und erst durch Norman Geschwind (z.B. 1970) wiederentdeckt worden, trifft m.E. nicht ganz zu. So vertraten z.B. der Brite William Elder (vgl. Whitaker 1988b) sowie Henschen und Kleist (s.u.) während dieser Periode so starke lokalisatorische Hypothesen, daß der Vorwurf einer "Hirnmythologie" aufkam (vgl. Clarke/Dewhurst 1973:116). Zudem führten Experimente, in denen die Hirnrinde elektrisch stimuliert wurde, zu eindeutig lokalisationalistischen Modellen. Mit diesen Versuchen wurde die von dem französischen Neurologen Pierre Flourens im frühen 19.Jh. geäußerte Behauptung, die Großhirnrinde sei elektrisch unerregbar, endgültig widerlegt.

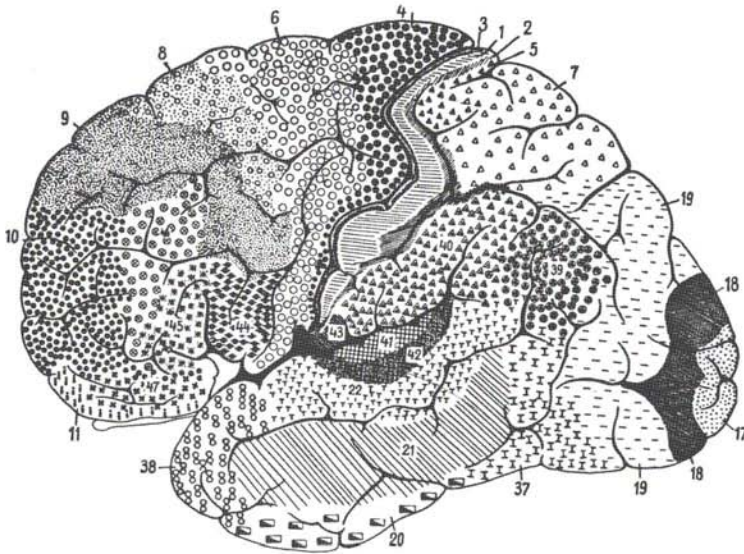


Abb. 4: Zytoarchitektonisch bestimmte Rindenregionen nach Brodmann (Außenansicht der linken Hemisphäre; aus Clarke/Dewhurst 1973:111).

Die ersten Experimente dieser Art wurden 1870 von Gustav Theodor Fritsch und Eduard Hitzig am Gehirn eines Hundes vorgenommen. Elektrische Stimulationen bestimmter Orte des Neocortex riefen bestimmte motorische Reaktionen hervor. 1876 publizierte der Brite David Ferrier eine auf elektrischen Stimationsversuchen basierende Karte des Affengehirns, auf der verschiedene motorische Zentren und ein - allerdings falsch lokalisiertes - Sehzentrum markiert waren (Clarke/Dewhurst 1973:104f). R. Bartholow und Victor Horsley führten diese Experimente Ende des Jahrhunderts dann auch am menschlichen Gehirn durch. Im 20.Jh. wurden elektrische Stimulationstests u.a. von Otfried Förster, vor allem aber von dessen Schüler Wilder Penfield fortgeführt. Penfield erarbeitete Lokalisationskarten, auf denen verschiedenen motorischen, sensorischen und affektiven Ereignissen bestimmte neocorticale Punkte zugeordnet wurden. Komplexe, oft polymodale 'Erlebnisse' hatten Patienten vorwiegend bei Stimulationen im Temporallappen (meist der nicht-

dominanten Hemisphäre; Penfield/Perot 1963:601).³⁵ Aufgrund dieser Ergebnisse spekulierten Penfield/Perot (ibid:687) über die Existenz von *Engrammen*, die jeweils einen Erlebnismoment neural speichern:

"... it is usually quite clear that the evoked experiential response is a random reproduction of whatever composed the stream of consciousness during some interval of the patient's past waking life".

Allerdings räumen die Autoren selbst Zweifel an dieser Engrammhypothese ein, da sich erstens keine konsistente Korrelation zwischen Stimulationsort und -effekt ergab (ibid:672u.passim) und zweitens die Elektrodenstimulierung äußerst grob ist (vgl. ibid:685). Clarke/Dewhurst (1973:119) erklären, warum es sich bei Penfields Ergebnissen weder um einen Beleg für die Engrammhypothese im speziellen noch den Lokalisationismus im allgemeinen handeln kann:

"Da der elektrische Strom in den unmittelbar unter der Elektrode liegenden Nervenzellen nur eine völlig ungeordnete, ihre normale Form unterdrückende, epileptiforme Aktivität auslöst, beruhen... die beobachteten Effekte auf Fernwirkungen auf diesen Nervenzellen nachgeschalteten Strukturen.... Die Lokalisation dieser Mechanismen ist unbekannt".³⁶

In jüngerer Zeit ist Penfields Ansatz u.a. von Ojemann (z.B. 1988 und Ojemann/Creutzfeldt 1987) fortgeführt worden.

Der schwedische Neurologe Solomon Henschen (1926) ist ein Beispiel unerschütterlichen Glaubens an die lokalisationistische Logik (vgl.a. Eisenson 1984: 58). Ebenso wie Wernicke und Lichtheim unterstellt er, daß infolge einer bestimmten Läsion auftretende pathologische Verhaltensbefunde problemlos für Modelle normaler mentaler Prozesse verwendet werden können. Nach dieser Doktrin hatte Wernicke z.B. behaupten können, daß bei gesunden Sprechern im ersten Temporallappen ein 'Klangbildzentrum' fungiert, *weil* bei Patienten mit einer Verletzung dieses Areals die Klangbilder gestört scheinen. Lokalisierungen für normale Funktionen und entsprechende Störungen werden also identisch gesetzt. So kann Henschen (ibid:115) z.B. über das Lesever-

35 Allerdings sind diese "experiential responses" auch bei Stimulation im Temporallappen recht selten - Penfield/Perot (1963:609) sprechen von 7,7% der in dieser Region stimulierten Patienten.

36 Hinzuzufügen wäre, daß elektrische Stimulationsversuche am *Menschen* aufgrund der damit verbundenen Risiken nur bei dringenden pathologischen Anlässen vorgenommen werden. Penfield/Perots (1963) Patienten waren allesamt Epileptiker (ibid:609ff.). Interessanterweise stellten sich bei den Stimulationsversuchen oft genau dieselben halluzinatorischen Erlebnisse ein, die die Patienten jeweils auch zu Beginn der epileptischen Anfälle hatten (ibid:609).

mögen schreiben: "... the faculty of word-reading... has a circumscribed centre in the angular gyrus [s.o. Abb. 2]. Destruction of the angular cortex always produces word-blindness...". Neben den schon bei Wernicke und Lichtheim erwähnten anatomischen Zuordnungen wartet Henschen (1926) auf mit Lokalisationen eines graphischen Zentrums, eines Lesezentrums, motorischer und sensorischer Musikzentren und eines Rechenzentrums.

Der Optimismus, mit dem hier das modular-lokalisationalistische Paradigma vertreten wird (und der m.E. ein Charakteristikum dieses Paradigmas generell ist) wird z.B. deutlich, wenn Henschen über die motorische Kontrolle musikalischer Funktionen (bzw. deren Störungen) berichtet:

"The power of playing musical instruments, and its pathological form, *musical apraxia*,... may be represented in different localities, according to different instruments.... Some facts indicate the localization of the faculty of playing the violin or 'cello to the foot of the right second frontal convolution..." (ibid:118).³⁷

Solche Hypothesen (wie die eines 'Geigenzentrums') lassen die Tendenz erkennen, im Vergleich zu den klassischen 'box-and-arrow'-Modellen Wernickes und Lichtheims immer kleinere und spezialisiertere 'Kästchen' anzunehmen. Die schon erwähnte - der empiristischen Philosophie und assoziationalistischen Psychologie entnommene - Auffassung, psychische Prozesse verliefen linear in Form von 'Reflexbögen', erlaubt es dabei, eine ganze Hälfte des Gehirns als quasi funktionslos zu verstehen: "It is possible that the right hemisphere is a reserve organ" (Henschen 1926:119; vgl.u. 5.3).

Die Tendenz zur Annahme immer feiner spezialisierter Zentren erweist sich auch bei Karl Kleist. Kleist (1934) macht es sich zur Aufgabe, die von Brodmann erarbeitete, auf zytoarchitektonischen Differenzierungen beruhende, Karte der Großhirnrindenareale (s.o. Abb. 4) noch zu verfeinern und zwar auf Grund von *myeloarchitektonischen* - d.h. die Struktur der unter der Rinde verlaufenden Nervenfasern betreffenden - Unterschieden. Abbildung 5 belegt Kleists extreme lokalisatorische Überzeugung, mit der er nicht nur motorische, sensorische oder sprachliche Funktionen einem bestimmten neocorticalen Ort zuschrieb, sondern z.B. auch "tätige Gedanken" oder "Gesinnungen".³⁸

Im Rahmen solch verfeinerter 'Landkarten' der Großhirnrinde meint Kleist (1934:796ff.u.928ff.) nun wiederum, z.B. einzelne Unterformen der motorischen und sensorischen Aphasie jeweils einem bestimmten Kleinareal zuord-

37 Zur *Kontralateralität*, d.h. der kreuzweisen Verbindung zwischen Körperseiten und Gehirnhälften, vgl. Abschnitt 5.3.

38 Clarke/Dewhurst (1973:116) entdecken bei Kleist Parallelen zur Phrenologie.

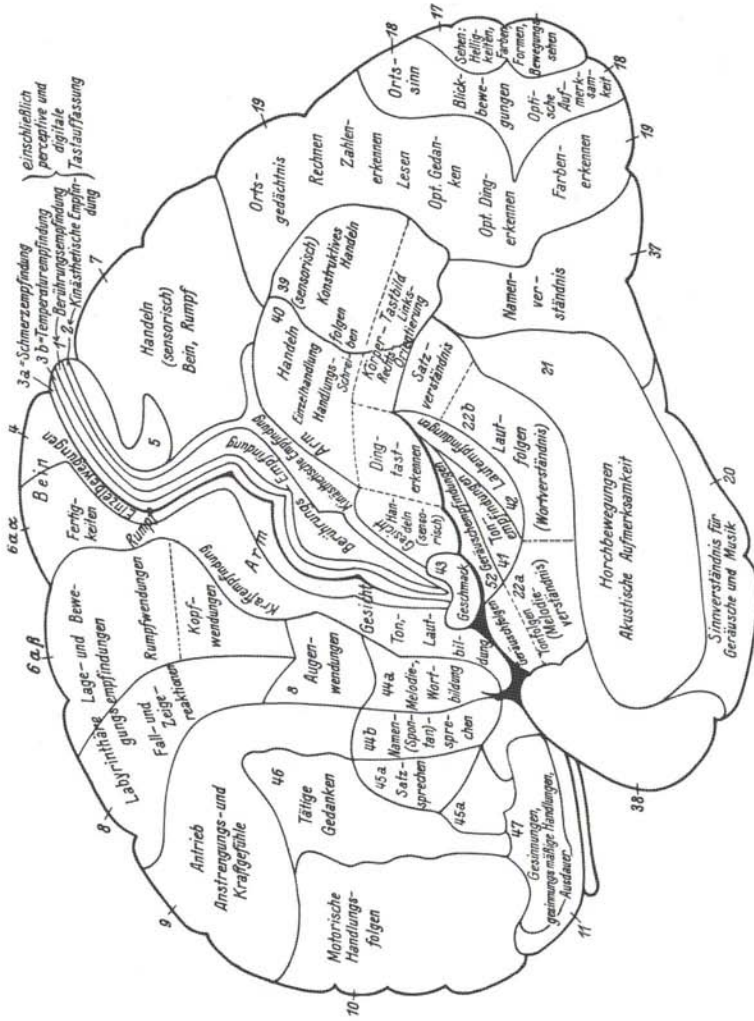


Abb. 5: Lokalisationskarte aus Kleist (1934:1365)

nen zu können (vgl.a. 1959:10ff.). Kleist (ibid:40) glaubt z.B. auch, das Zentrum der Rezeption und Produktion syntaktischer Strukturen auf ein kleines neocorticales Gebiet festlegen zu können: "Ich zweifle... nicht, daß die *Area superior der R[egio] paratransversa* [auf der ersten Temporalwindung] die für das grammatische Verständnis und die Satzbildung verantwortliche Hirngegend ist". Daß diese Aussage vor allem in bezug auf die Produktion syntaktischer Strukturen sicherlich falsch ist (vgl.u. 5.2.1), ist in diesem Zusammenhang eher sekundär. Auffallend ist an den von Henschen und Kleist vertretenen Lokalisierungen, ebenso wie an den klassischen Modellen Wernickes und Lichtheims, der Mut - man könnte auch sagen: die Naivität -, mit der komplexe psychische Funktionen eng umgrenzten neuralen Regionen zugeordnet werden.

Merkmale des modularistischen Paradigmas

Der Lokalisationismus weist im wesentlichen schon alle jene Merkmale auf, die das MODULARISTISCHE PARADIGMA³⁹ ausmachen und die ich an dieser Stelle resümieren will:

- (1) Komplexe Gegenstandsbereiche müssen zur wissenschaftlichen Betrachtung aus methodologischen Gründen (zunächst) systematisch vereinfacht werden (*Vereinfachungspostulat*).
- (2) Das bevorzugte Mittel solcher Vereinfachung ist die Aufspaltung des Gegenstandsbereichs in eine Menge von Teilbereichen. Eine solche Aufspaltung wird als Annäherung an die reale Organisation des Forschungsgegenstandes, zumindest aber nicht als wesentliche Verzerrung oder Verkürzung, angesehen (*modularistisches Kerntheorem*).⁴⁰
- (3) Die als *Module* untersuchten kognitiven Domänen werden als im wesentlichen unabhängig voneinander begriffen (*Autonomietheorem*). So wird vor allem das Sprachvermögen psychogenetisch und hinsichtlich seiner neuralen Lokalisation als unabhängig von anderen Bereichen mentaler Funktionen angesehen, und folglich die Aphasie als sprach-spezifische, die sonstige Intelligenz intakt belassende Störung verstanden.
- (4) Modelle neuropsychischer Funktionen werden formalisiert, die verwendeten Konzepte exakt definiert (*Formalisierungspostulat*). Dieser Formalismus äußert sich im klassischen Lokalisationismus (ebenso wie in den modernen Kognitiven Wissenschaften) in der Verwendung diskreter Ide-

39 Es sei hier noch einmal betont, daß die *Bezeichnung* 'Modularismus' natürlich erst wesentlich später als die hier dargestellten Lokalisationstheorien Eingang in die Kognitiven Wissenschaften fand.

40 Zu der hier schon anklingenden Unterscheidung zwischen *Forschungsmodularismus* und *Objektmodularität* vgl.u. 3.1.1.6.

altypen und in der graphischen Form des Diagramms; zeitgenössische modularistische Theorien bedienen sich zudem oft mathematischer Formalisierungen (s.u. 3.1.1); empirische Daten werden vorzugsweise nach statistischen Gesichtspunkten erhoben und analysiert.

- (5) Das Postulat lokaler und spezialisierter Zentren geht einher mit einer Vorstellung mentaler Prozesse als von Zentrum zu Zentrum wandernder serieller Abläufe (*Linearitätstheorem*). Besonders deutlich wird dies in den 'box-and-arrow'-Darstellungen der klassischen Lokalisationisten bzw. in der Vorliebe der neueren Kognitiven Psychologie für 'Flußdiagramme'.⁴¹
- (6) Das empirische Material wird einem vorgegebenen, durch die Merkmale 1-5 bestimmten, theoretischen Modell zugeordnet, d.h., empirische Daten werden primär im Licht einer vorgefaßten Theorie interpretiert (*Postulat des Theorieprimats*).
- (7) Pathologische Daten werden direkt für Aussagen über gesunde Hirnfunktionen verwendet. Fällt nach Zerstörung eines neuronalen Areals eine bestimmte psychische Funktion aus, so wird diese Funktion im gesunden Gehirn genau diesem Areal zugeordnet (*patho-normale Inferenz*).

Drei Anmerkungen sind zu dieser Aufstellung modularistischer Merkmale zu machen: Erstens ist die Kontinuität vom klassischen Lokalisationismus zum modernen Modularismus, wie schon erwähnt, in einem Punkt einzuschränken, nämlich hinsichtlich der lerntheoretischen Auffassungen. Wernicke und Lichtheim waren - im Gegensatz etwa zu Chomsky und Fodor - keine Nativisten. Weiterhin scheint die modularistische Theorienbildung wesentlich bestimmt durch *methodologische* Erwägungen, wobei diese z.T. unter der Hand einfließen (wie im klassischen Lokalisationismus⁴²), z.T. ganz explizit in den Vordergrund gestellt werden (wie z.B. bei Chomsky, s.u. 3.1.1). Und schließlich entspricht Theorem 6 einer im Zuge der Positivismuskritik allgemein anerkannten Einsicht, daß es so etwas wie von Vorwissen unbelastete Empirie nicht gibt.⁴³ Wesentlich am modularistischen *Theorieprimat* scheint mir aber, daß der unvermeidbare theoretische 'Filter' kaum problematisiert wird.

41 Vgl. Head (1926:54ff.) und Gardner (1987:92f.). Caplan (1987:61) druckt einige Blüten der Diagramm-Mode des späten 19.Jhs. ab.

42 Hier macht allerdings Lichtheim (1885:249) - wie oben angesprochen - eine Ausnahme.

43 Vgl. z.B. Kuhn (1962:bes.Kap.2-5) oder Lakatos (1970:95ff.).