

MITTEILUNGEN AUS DEM INSTITUT FÜR SPRACHWISSENSCHAFT
DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

REPORT 5

**ACHT HYPOTHESEN
ZUR ZEREBRALEN ASYMMETRIE
BEI MÄNNERN UND FRAUEN**

von

Thomas Benke, Michaela Wagner und Franz Gerstenbrand
Universitätsklinik für Neurologie, Innsbruck

Innsbruck, Juli 1988

INHALTSVERZEICHNIS:

Einleitung	3
1. Das Gehirn ist asymmetrisch angelegt und organisiert	4
1.1. Die anatomische Asymmetrie des Gehirns	4
1.2. Die funktionelle Asymmetrie des Gehirns	7
2. Lateralisation ist eine Funktion der Händigkeit	9
3. Die Arbeitsweise der Hemisphären ist verschieden	10
4. Die Hemisphärenasymmetrie ist meßbar	13
5. Männer haben andere kognitive Leistungsschwerpunkte als Frauen	18
5.1. Untersuchungen an Hirngesunden	18
5.1.1. Anatomie	18
5.1.2. Unterschiede in den kognitiven Funktionen der Geschlechter	19
6. Frauen haben eine andere funktionelle Asymmetrie als Männer	22
6.1. Studien zur perzeptiven Asymmetrie	22
6.2. Klinische Studien zur Hemisphärenasymmetrie der Geschlechter	23
6.2.1. Inzidenz verbaler Störungen	24
6.2.2. Nichtverbale Funktionen	27
7. Geschlechtshormone haben direkten Einfluß auf kognitive Funktionen	29
7.1. Die Beziehung zwischen visuell-räumlicher Funktion und Androgenhormonspiegel	29
8. Die Sprachzentren in der linken Hemisphäre sind bei Männern und Frauen gleich organisiert	30
Zusammenfassung	33
Referenzen	34

EINLEITUNG:

Seit den ersten systematischen Untersuchungen zur Anatomie und zur Funktion des menschlichen Gehirnes, hat die Lokalisationslehre in den klinischen Wissenschaften, aber auch in den angrenzenden geisteswissenschaftlichen Fächern immer eine wesentliche Rolle gespielt. Mit dem Problem der Lokalisation von Hirnfunktionen befassen sich heutzutage einerseits Neurologen, Psychiater und Neurochirurgen, andernteils kognitive Psychologen, Linguisten und Biologen mit sehr unterschiedlichen Methoden. Während die klinischen Wissenschaften sich fast ausschließlich auf Erkenntnisse stützen, die aus der Arbeit mit Patienten entstanden sind, kommen in den Geisteswissenschaften experimentelle Untersuchungen zur Anwendung. Den genannten Fachbereichen sind zwei Prinzipien gemeinsam: A) Der Versuch, das Wesen psychische Funktionen zu definieren und B) Die Suche nach der Lokalisation und den Funktionszusammenhängen dieser Funktionen im menschlichen Gehirn.

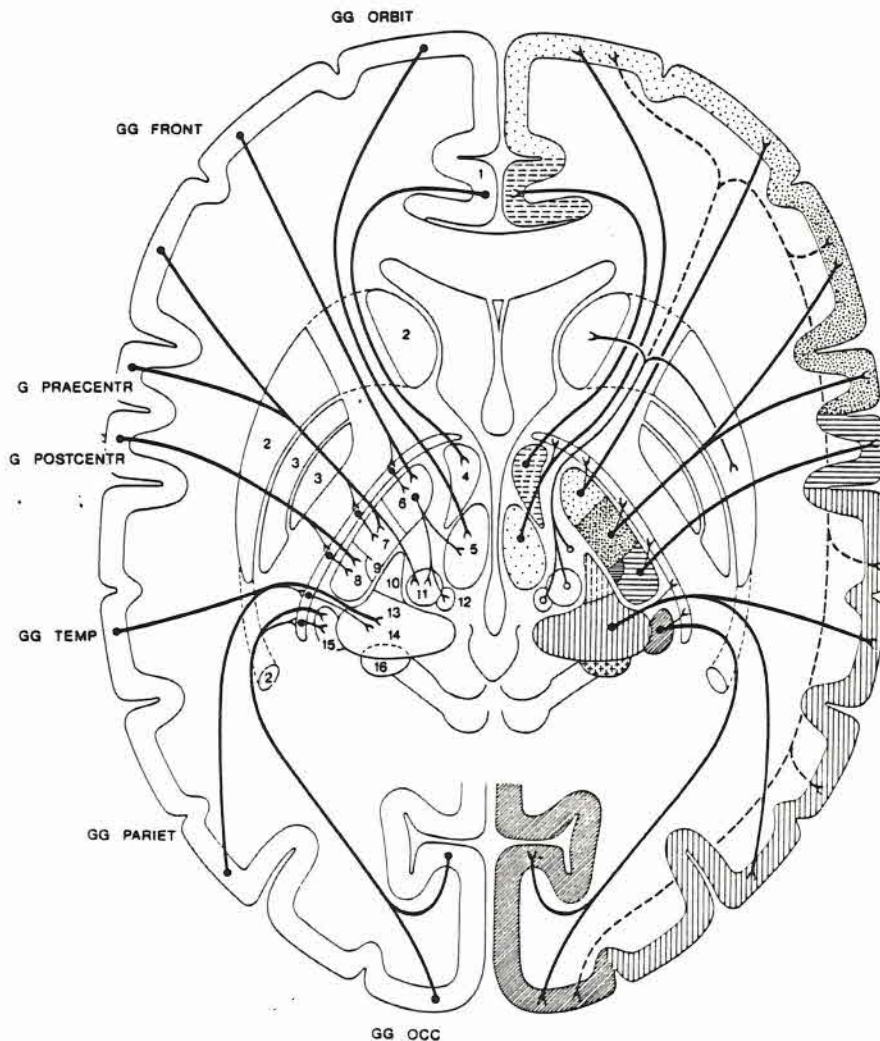


 ABBILDUNG 1 -- PAARIGKEIT DES MENSCHLICHEN GEHIRNES
 SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER BAHNEN
 ZWISCHEN HIRNSTAMM UND RINDENBEZIRKEN

Experimentelle und klinische Arbeiten der letzten zehn Jahre haben belegen können, daß die Verteilung von Hirnfunktionen bei Männern und Frauen nicht gleich ist. Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, eine Übersicht über den komplexen Zusammenhang zwischen den Faktoren Hemisphärenlokalisierung von Hirnleistungen, Händigkeit und Geschlecht herzustellen. Dabei soll im besonderen auf die angewandten Untersuchungsmethoden und die daraus resultierenden Ergebnisse zum Thema der Geschlechtsunterschiede bei der cerebralen Organisation eingegangen werden.

1. DAS GEHIRN IST ASYMMETRISCH ANGELEGT UND ORGANISIERT

Das ausgereifte menschliche Gehirn ist ein paariges Organ, das aus zwei Hemisphären besteht, die miteinander anatomisch und funktionell verbunden sind (ABB 1). Bei genauer Untersuchung ist festzustellen, daß die cerebralen Hemisphären des Menschen nicht symmetrisch sind. Diese Inkongruenz stellt sich zweifach dar: 1. als anatomische, und 2. als funktionelle Asymmetrie.

1.1. DIE ANATOMISCHE ASYMMETRIE DES GEHIRNS:

In den Abbildungen 2,3 und 4 sind die markantesten morphologischen Unterschiede zwischen den Hirnhälften graphisch dargestellt. Soweit Prozentangaben zur Inzidenz anatomischer Asymmetrien vorliegen, liegen diese zwischen 65 bis 85% der untersuchten Gehirne (1).

Bisher ist nur in sehr grobem Umfang bestimmt worden, inwieweit strukturelle Hemisphärenunterschiede im Bereich der Zellarchitektur bestehen und in welchem Umfang diese morphologische Asymmetrie bereits bei Geburt vorliegt. Einige histologische Befunde beschreiben bereits bei Feten in der 29. Gestationswoche ein unterschiedliches, verdichtetes Zellmuster im Bereich der Sprachregion links, verglichen mit dem korrespondierenden Gewebsanteil der rechten Hemisphäre (1,2).

Wichtige Schritte in der Entwicklung der Lateralisation finden während der Ausreifung des Gehirnes etwa bis zum 15. Lebensjahre statt. Dabei spielen neben den Wachstumshormonen auch die Geschlechtshormone eine sehr wichtige, determinierende Rolle in der Ausgestaltung des menschlichen Gehirnes. An dieser Stelle soll lediglich darauf verwiesen werden, daß die Literatur zur Entwicklung der anatomischen Hemisphärenasymmetrie umfangreich ist und die daraus abgeleiteten Theorien für die Entwicklung und Pathologie kognitiver Funktionen heftig diskutiert werden (3).

Die Bedeutung dieser Oberflächen- und Volumendifferenzen für die Funktionsunterschiede der Hemisphären ist verschieden interpretiert worden. Der überwiegende Teil der anatomischen

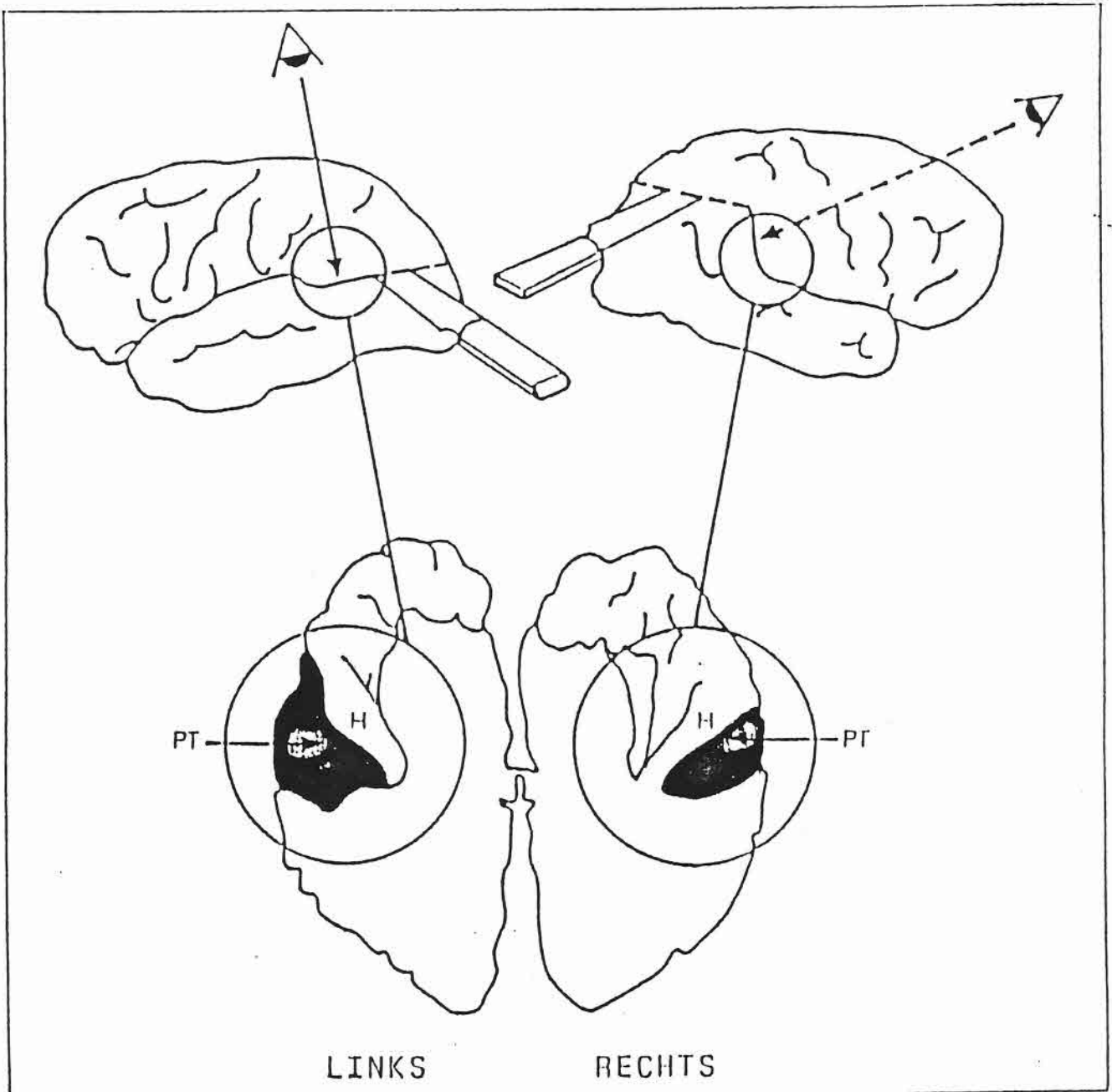


 ABBILDUNG 2-- ASYMMETRIE DES PLANUM TEMPORALE ZUGUNSTEN DER
 LINKEN HEMISPHERE

Asymmetriebefunde, so etwa die Vergrößerung des linken Planum temporale, aber auch die Asymmetrie des parietalen Operculum, der Sylvischen Fissur und der Architektonik der Hörrinde könnte auf eine Spezialisierung der linken Hemisphäre in der auditiven Sprachverarbeitung hinweisen. Faßt man die morphologischen Befunde zusammen, so erscheint eine Beziehung zwischen anatomischer Asymmetrie und funktioneller zerebraler Lateralisation wahrscheinlich (3,4), wengleich ein Mehr an zerebralen Strukturen in einer Hirnregion nicht notwendig auch mit einer Zunahme an Funktion in diesem Bezirk gleichzusetzen ist.

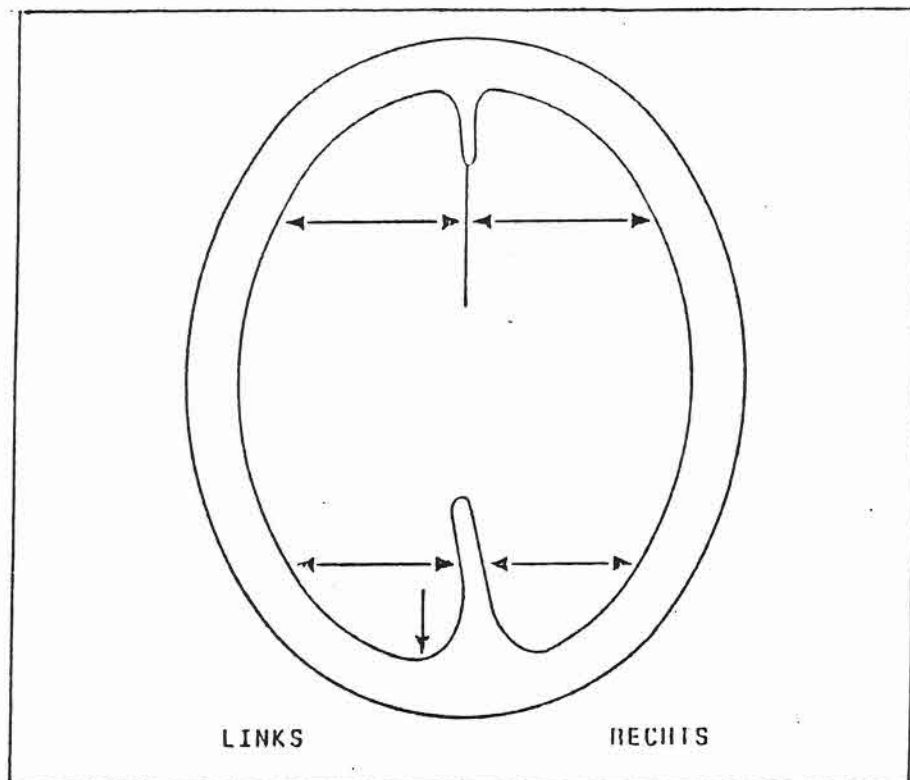


ABBILDUNG 3 -- HEMISPHÄRENASYMMETRIEN IM HORIZONTALSCHNITT.
Die rechte Frontalregion ist breiter, die linke Occipitalregion breiter und länger.

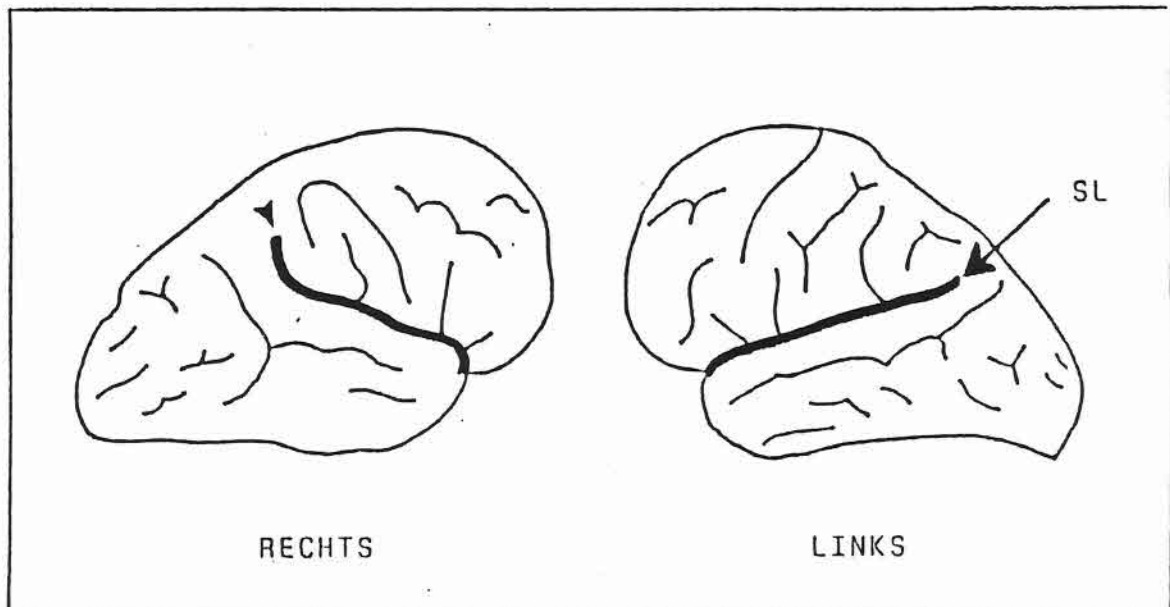


ABBILDUNG 4 -- VERLAUF DES SULCUS LATERALIS IM SEITENVERGLEICH
Rechter Sulcus lateralis (SL) wegen unterschiedlicher Rindenarchitektur des Temporal- und Parietallappens kürzer und mit stärkerer Aufwärtskrümmung.

1.2. DIE FUNKTIONELLE ASYMMETRIE DES GEHIRNS:

In Abbildung 5 ist das gängige Lateralisationsschema für einige wesentliche kognitive Funktionen dargestellt. Das angeführte Verteilungsmuster trifft mit wenigen Abweichungen auf alle Rechtshänder zu. Bei der dargestellten Dichotomie handelt es sich um eine wesentliche Vereinfachung komplexer Prozesse. Ausführliche Darstellungen zum Thema der funktionellen Asymmetrie finden sich in den Übersichtsarbeiten 5,6 und 7.

Grundsätzlich wird postuliert, daß sprachliche und motorische Prozesse der Dominanz der linken Hemisphäre unterstellt sind. Damit ist im weiteren Sinne gemeint, daß linguistischen Fakultäten, wie zum Beispiel die Grammatik, das Erfassen, Analysieren und Encodieren sprachlicher Laute bis hin zum Wort- und Satzverständnis, die Sprachproduktion mit Einschluß der artikulatorischen Abläufe, wichtige Anteile des Lexikons, das verbale Gedächtnis, metasprachliche Funktionen, sowie das Lesen und Schreiben, sehr eng mit den Funktionen der linken Hemisphäre verknüpft sind. Dieses Spektrum wird ergänzt durch das Programmieren, die Gestaltung des zeitlichen Ablaufs, die Initiation und Durchführung motorischer Prozesse.

Die rechte oder subdominante Hemisphäre erbringt deutlich bessere Leistungen bei sogenannten visuell-räumlichen Prozessen. Dabei handelt es sich um eine Gruppe von Leistungen, die nur zum Teil exakt definiert werden können. Unter visuell räumlicher Funktion werden einesteils perzeptive Fähigkeiten verstanden, wie zum Beispiel das visuelle Erfassen der räumlichen Gerichtetheit, Zwei- und Dreidimensionalität, Distanz oder Ordnung komplexer Stimuli, aber auch das Verhältnis eigener Körperteile zu Objekten im Raum und zueinander. Eng verknüpft mit den perzeptiven Systemen sind konstruktiv-praktische Fähigkeiten, wie sie zum Beispiel beim Zeichnen oder Konstruieren, aber auch beim Ankleiden oder bei der räumlichen topographischen Orientierung erforderlich sind. Die Gedächtnisleistungen für nonverbale Funktionen sind nach diesem Konzept ebenso in die rechte Hemisphäre zu lokalisieren.

Neben den verbalen, motorischen und visuell-räumlichen Fähigkeiten existiert eine große Anzahl weiterer kognitiver Funktionen, für die eine Hemisphärendominanz untersucht und dargestellt werden konnte (5,6,7). Auch für die haptische Modalität ist z.B. eine Lateralisation beschrieben. Beim taktilen Erkennen 2- und 3-dimensionaler Formen oder dem Erfassen der räumlichen Ausrichtung von Gegenstände entwickeln Rechtshänder eine größere Präzision mit der linken Hand, was auf eine bessere Verarbeitung in der rechten Hemisphäre schließen läßt (6); umstritten ist eine Präferenz der linken Hand beim Lesen der Braille-Schrift. Eine Dominanz der rechten Hemisphäre ist ferner bei der Erfassung, Verarbeitung und beim Ausdruck emotional-affektiver Stimuli in verschiedenen Modalitäten bewiesen.

Die Mechanismen der cerebralen Lateralisation werden nur sehr anfanghaft verstanden. Zwei grundsätzlich verschiedene Positionen

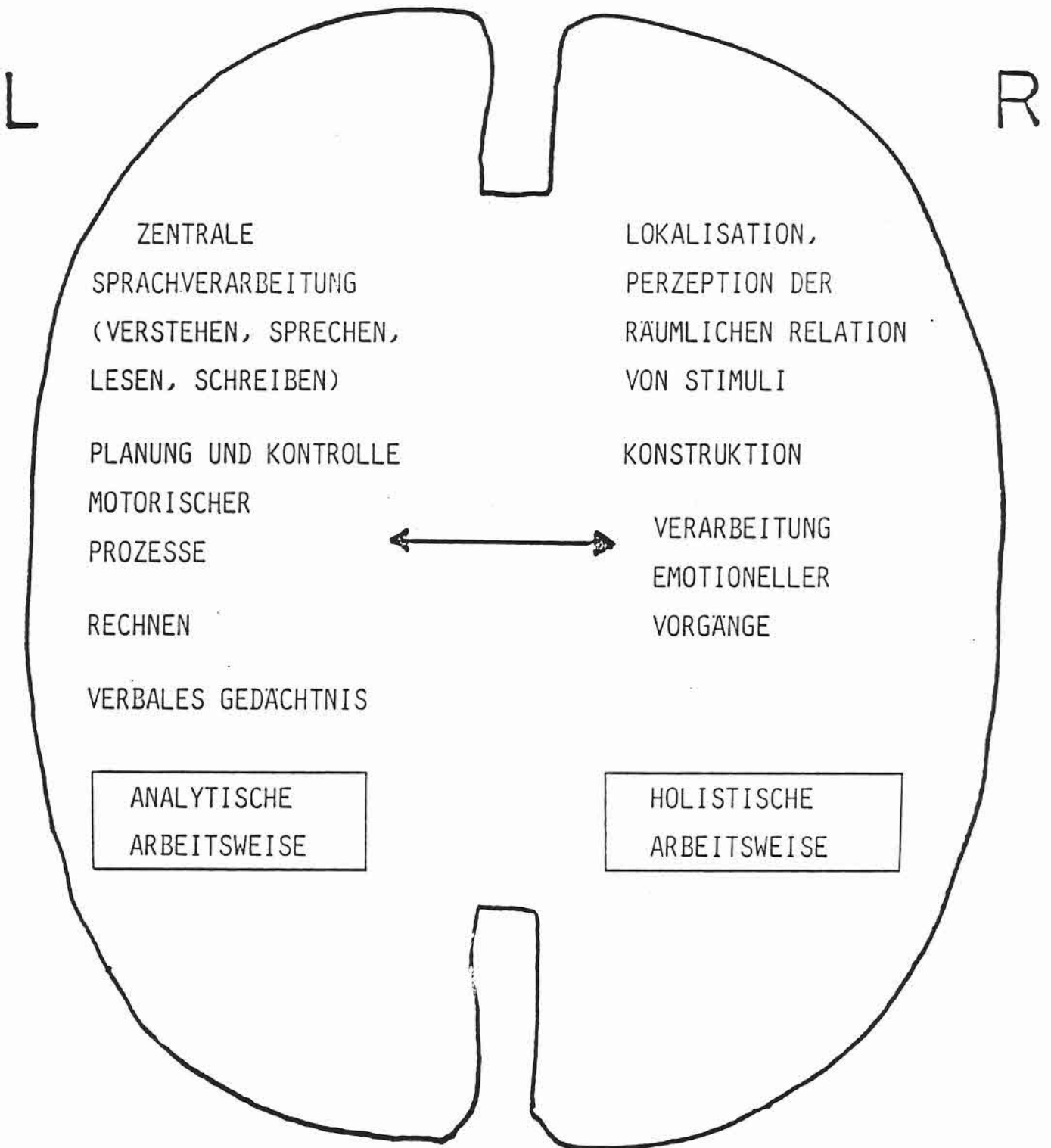


ABBILDUNG 5 -- LATERALISATION DER KOGNITIVEN LEISTUNGEN
BEIM RECHTSHÄNDER

stehen bei diesem Problem einander gegenüber. Zum ersten wurden strukturelle Unterschiede zwischen den Hemisphären dahingehend interpretiert, daß unterschiedliche Hirnfunktionen in den Hemisphären auf eine unterschiedliche Morphologie der neuralen Strukturen zurückzuführen sind. Diese Befunde werden durch neuroanatomische Untersuchungen belegt (1,3). Eine alternative Theorie beschreibt den cerebralen Cortex des Menschen als ein dynamisches System und folgert, daß die funktionelle Asymmetrie aus dynamischen, nicht aus fokal-strukturellen Faktoren abzuleiten ist; in anderen Worten bedeutet das, daß eher die Software in den beiden Hemisphären als die zugrundeliegenden Hardware-Strukturen im Sinne neuroanatomischer Gegebenheiten für die Lateralisation verantwortlich ist.

Die Entwicklung der Lateralisation wird kaum grundlegend verstanden. Die zerebrale Asymmetrie des Menschen ist in einem weit größeren Maße ausgeprägt, als bei allen anderen nichthumanen Spezies. Evolution und Phylogenese haben daher sicher eine Rolle bei der Entstehung der Lateralisation gespielt. Hemisphärenunterschiede bestehen bereits vor und bei der Geburt (1) und müssen somit genetisch verankert sein. Einige Untersuchungen lassen darauf schließen, daß neben Erbfaktoren auch die Sexualhormone auf die pränatale Entwicklung der Lateralisation Einfluß nehmen (3). Wann die Lateralisation abgeschlossen ist und inwieweit die Asymmetrie ein bis zur Zeit der Pubertät an Ausprägung noch nicht abgeschlossener, noch zunehmender Prozeß ist, ist strittig. So kann z.B. bei Kindern die nach Zerstörung oder Entfernung der linken Hemisphäre entstehende Sprachstörung dann kompensiert werden, wenn die Hirnläsion sehr früh erfolgt, was nur durch eine Übernahme von Sprachfunktionen durch die intakte rechte Hemisphäre bei nicht völlig abgeschlossener Lateralisation zu erklären ist. Unbestimmt ist aber die Rolle von sozialen und Umweltfaktoren auf die Entwicklung und den Abschluß der funktionellen Hemisphärenasymmetrie, wie zum Beispiel der Einfluß der sprachlichen Umgebung und das Training praktisch-motorischer Fähigkeiten (1,7).

2. LATERALISATION IST EINE FUNKTION DER HÄNDIGKEIT

Lateralisation wird weitgehend durch die Händigkeit definiert. Aus ontogenetischer Sicht ist es sicher gerechtfertigt, den umgekehrten Sachverhalt ebenso zu postulieren, nämlich daß die Anlage der Dominanz in der linken Hemisphäre die Verwendung der rechten Hand für feinmotorische Tätigkeiten bedingt, und viele Überlegungen sind darauf verwendet worden, das Faktum der Koexistenz des Sprach- und Motorikzentrums in einer Hemisphäre zu interpretieren (8). Zur Entwicklung der Händigkeit existieren mehrere Theorien (5,11).

Etwa 90% der Menschen sind Rechtshänder. Darunter ist zu verstehen, daß wesentliche motorische Funktionen, wie Schreiben, andere konstruktive und feinmotorische Tätigkeiten, aber auch

alltägliche Motorik, wie Kämmen, Zähneputzen, Löffelhalten oder das Werfen von Objekten deutlich bevorzugt mit der rechten Hand durchgeführt werden. Ebenso ist eine Seitenbevorzugung für andere Organe, wie zum Beispiel das Auge, das Ohr oder den Fuß, festzustellen. Bezüglich des oben beschriebenen Lateralisationsschemas herrscht bei ca. 70% der Rechtshänder Homogenität. Für die 10% der Nicht-Rechtshänder liegt eine unterschiedliche Funktionsverteilung über die beiden Hemisphären vor. Dabei muß zwischen vollkommener Linkshändigkeit und mehreren anderen Zwischenstufen (Ambidexter) unterschieden werden, bei denen Tätigkeiten wechselweise oder gleichermaßen geschickt sowohl mit der linken als auch mit der rechten Hand durchgeführt werden können. Für diese Population ist die Lateralisation von Zentren nicht mit Sicherheit vorherzusagen und muß im Einzelfall erst bestimmt werden.

Allgemein wird angenommen, daß Linkshändigkeit meist genetisch prädisponiert ist, aber auch Folge einer Schädigung in der Perinatal- oder Entwicklungsperiode sein kann, die eine pathologische Hemisphärendominanz erzeugt. In einer umfassenden Untersuchung wird auf die überzufällige Koinzidenz von Linkshändigkeit bei Männern, Entwicklungsdyslexie und vermehrtem Auftreten von allergischen und autoimmunologischen Erkrankungen hingewiesen (9). Erfolgt die strukturelle Differenzierung in linkes und rechtes Gehirn unter dem sehr frühen Einfluß von Störfaktoren, so ist die resultierende abnorme Hemisphärendominanz besonders bei Männern häufig von Erkrankungen des Immunsystems und Lernstörungen, wie zum Beispiel einer Entwicklungsdyslexie begleitet. Dieser Sachverhalt weist auf einen Einfluß des Immunsystems und verschiedener hormoneller Faktoren auf die Hirnreifung hin. Auf die komplexen Verhältnisse der neuroanatomischen und funktionellen Asymmetrie bei Linkshändern, die sich zum Teil wesentlich von der beschriebenen Organisationsform der Rechtshänder unterscheiden, sei an dieser Stelle hingewiesen (10).

Händigkeit ist in empirischen Prüfverfahren feststellbar. Die meisten Testverfahren zur Bestimmung der Händigkeit verwenden eine Fragenliste über die Handpräferenz bei gewohnten motorischen Tätigkeiten und/oder eine Prüfmethode für die feinmotorische Geschicklichkeit der Hände, um dann Seitenvergleiche von Präferenz- und Performanzfaktoren anzustellen. Die festgestellte Hemisphärendominanz kann dann mit den Ergebnissen eines dichotischen Hörtests korreliert und überprüft werden.

3. DIE ARBEITSWEISE DER HEMISPHEREN IST VERSCHIEDEN

Erfahrungen mit der getrennten Prüfung kognitiver Leistungen haben gezeigt, daß viele Daten in das strenge, bipolare Dichtomieschema nicht hineinpassen, das verbale und visuell-räumliche Leistungen einander gegenüberstellt. Die meisten Leistungen des menschlichen Gehirns sind komplex, laufen in

mehrere Modalitäten ab und können auf mehr als nur eine Weise zustandegebracht werden. Die Hemisphären haben gelernt, für anstehende Probleme verschiedene Lösungsstrategien zu entwickeln. So ist zum Beispiel aus Läsionsstudien, aus den Beobachtungen über die Kompensation sprachlicher Funktionen nach linkshemisphärischen Schäden und aus Experimenten mit Patienten nach Kommissurotomie (Hemisphärentrennung) bekannt, daß die rechte Hemisphäre ebenso über sprachliches Wissen und sprachliche Funktionen verfügt. Phonologische und syntaktische Prozesse, sowie das verbale Kurzzeitgedächtnis sind rechtshirinig deutlich schlechter repräsentiert, aber die rechte Hemisphäre verfügt über ein umfangreiches Lexikon, trägt zum semantischen Verständnis von konkreten Worten bei und erfüllt eine wichtige Funktion beim Verstehen und Produzieren der sprachlichen Intonation und Betonung (5,12,13,14), um nur einige Funktionen zu nennen. Sprachliche Verarbeitung erfordert somit das Arbeitspotential beider Hirnhälften und erfolgt in aktivem interhemisphärischem Austausch mehrerer lateralisierte Funktionen.

Mit dem Auftauchen von Daten, die mit der Ausgangstheorie unvereinbar waren und von denen nur wenige in Beispielen hier erwähnt wurden, wurde eine Ergänzung des oben beschriebenen Dichotomieprinzips (Abb.5) mit dynamischeren Ansätzen zur Erklärung der Hemisphärenlateralisation notwendig. In diesen Hypothesen werden die Hirnfunktionen nicht in verbale oder nichtverbale aufgegliedert und dann "topographisch" bestimmten Stellen im linken oder rechten Gehirn zugeordnet, sondern die Hemisphären werden nach ihren Funktionsweisen und Verarbeitungsstrategien unterschieden.

Eine der dabei getroffenen Typisierungen ist die des sogenannten analytischen und des holistischen Verarbeitens. Die linke Hemisphäre ist darauf eingerichtet, Information sequentiell und analytisch zu verarbeiten. Unter dem Begriff analytisch wird hier eine Form segmentalen Zerlegens verstanden, die besonders bei der Perzeption visueller und auditiver Stimuli zur Anwendung kommt, so zum Beispiel beim Verarbeiten von sprachlichem Material. Im Gegensatz dazu benützt die rechte Hemisphäre eine globale, die Gesamtheit erfassende, "gestaltmäßige" Verarbeitungsmethode, die besser dazu geeignet erscheint, ganze Konfigurationen und Muster zu erfassen, als die Teilkomponenten oder Sequenzen von komplexem dargebotenen Material. Ein Beispiel, das das analytisch - holistische Dichotomiemodell bestätigt, ist die Verarbeitung von Schrift im Japanischen (Kana und Kanji; 14), siehe Abb.6. Patienten mit rechtshemisphärischen Läsionen sind beim Lesen von ideographischen (Kanji), solche mit Schäden der linken Hemisphäre beim Lesen von "letter-by-letter" -Kana Wörtern behindert.

Ein anderes Beispiel für unterschiedliche Hemisphärenstrategien bei gleichem Substrat ist die visuell-perzeptive Verarbeitung von Gesichtern. Aus Untersuchungen mit dem Tachistoskop ist bekannt, daß die rechte Hemisphäre dann genauer und schneller Gesichter verarbeiten kann, wenn eine Beurteilung des Gesamtaspektes, also zum Beispiel des emotionellen Gehaltes im dargebotenen Gesicht erforderlich ist. Die linke Hemisphäre leistet eine bessere Verarbeitung, wenn feine Unterschiede im Vergleich zwischen

Gesichtern in einem vergleichenden Suchprozeß herausgearbeitet werden sollen. Dieses Beispiel beschreibt hinlänglich, daß die verbale / nicht-verbale Dichotomie ein zu simples Modell sein dürfte. Viele kognitiver Funktionen sind außerdem in ihrem Wesen

MEANING	KANA	KANJI
INK	インキ (INKI)	墨
UNIVERSITY	ダイガク (DAIGAKU)	大學 (GREAT LEARNING)
TOKYO	トウキョウ (TOKYO)	東京 (EAST CAPITAL)

 ABBILDUNG 6 -- UNTERSCHIEDLICHE HEMISPHERISCHE VERARBEITUNG
 JAPANISCHER SCHRIFTFORMEN.

Kana, eine syllabische Form, wird überwiegend
 linkshemisphärisch, Kanji (ideographisch) rechts-
 hemisphärisch verarbeitet.

zu komplex, um in ein bipolares Dichotomieschema zu passen, so etwa die Wahrnehmung von Musik, oder die mathematischen Denkprozesse, oder die Verarbeitung emotionell-affektiver Vorgänge. Für solche Gesamtleistungen ist der Beitrag beider Hemisphären mit unterschiedlichem perzeptiven oder effektiven Leistungsanteil erforderlich. Am Vollzug der meisten kognitiven Prozesse sind beide Hemisphären, jedoch durch unterschiedliche Arbeitsweisen und Beiträge beteiligt. Für die erforderliche kognitive Leistung scheint der Prüfrahmen und die Fragestellung eine ebenso wichtige Rolle zu spielen wie die Art des zu verarbeitenden Materials.

Die funktionelle Asymmetrie der Hemisphären ist in den letzten Jahren Thema vieler Untersuchungen gewesen. In diesen Überlegungen wurden die Leistungen der beiden Hemisphären oft über Gebühr polarisiert. In Tabelle 1 findet sich eine hypothetische Gegenüberstellung jener Eigenschaften, die die Funktionsprinzipien beider Hemisphären darstellen. Viele dieser Hypothesen erscheinen als eine Übertreibung des Dichotomieprinzips, weshalb in diesem Zusammenhang auch oft kritisch von einer sogenannten "Dichotomanie" gesprochen wurde.

 TABELLE 1 -- VERARBEITUNGSMODI DER HEMISPHEREN

LINKE HEMISPHERE	RECHTE HEMISPHERE
intellektuell	intuitiv
deduktiv	imaginativ
rational	metaphorisch
diskret	kontinuierlich
abstrakt	konkret
realistisch	impulsiv
sequentiell	multipel
analytisch	holistisch
objektiv	subjektiv
explizit	stillschweigend
sukzessiv	simultan
vertikal	horizontal
westliches Denken	östliches Denken

4. DIE HEMISPHERENASYMMETRIE IST MESSBAR

In TAB.2 sind jene Methoden, mit denen Erfahrungen über die funktionelle Hemisphärenasymmetrie gewonnen werden können, zusammengefaßt.

 TABELLE 2 -- METHODEN ZUR FESTSTELLUNG DER HEMISPHERENASYMMETRIE

1. Analyse des normalen Verhaltens

2. Experimentelle Methoden

Dichotisches Hören
 Tachistoskop
 Elektrophysiologische Messungen
 Wada-Test
 Corticale Stimulation
 Regionale Hirndurchblutung

3. Klinische Methoden

Split-Brain-Studien
 Lobektomie
 Laesionsstudien

AD 1: Aus der Beobachtung physiologischen Verhaltens ergeben sich bereits Lateralisationshinweise. Dazu ist zum Beispiel die sogenannte Handpräferenz zu zählen, die jeder Mensch für häufige alltägliche Tätigkeiten, wie zum Beispiel das Schreiben, Löffeln, Zähneputzen, etc., entwickelt. Verhaltensbeobachtungen, wie zum Beispiel der bevorzugten Augen- und Kopfwendebewegung auf verbales oder nicht-verbales Material (5) oder die manuelle Aktivität während des spontanen Sprechens, die sich bei Rechts- und Linkshändern unterscheidet (15), können als Lateralisationshinweise aufgefaßt werden.

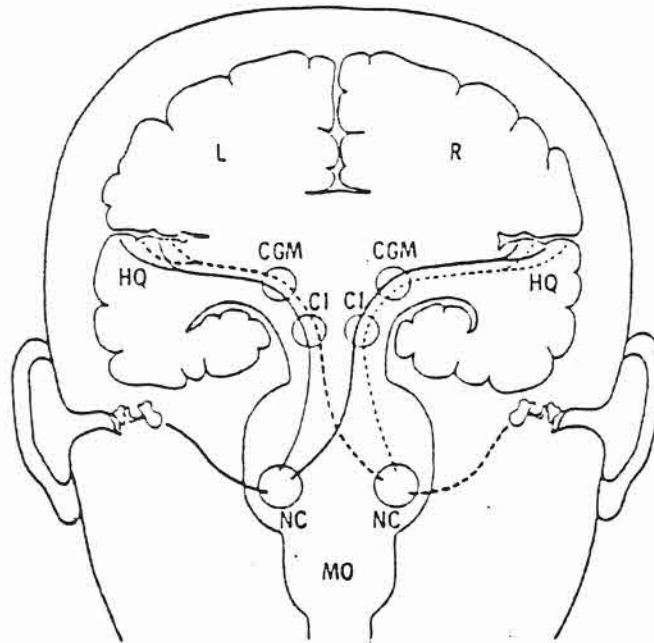
Ad 2: Uneinheitliche Befunde ergeben sich aus neurophysiologischen Untersuchungen (EEG und visuelle sowie akustisch evozierte Potentiale), bei denen versucht wurde, Unterschiede in der Funktionsweise der Hemisphären auf elektrophysiologischer Ebene festzuhalten.

Sehr verlässliche Kenntnisse über die akustische Verarbeitung in den Hemisphären wurden durch dichotische Hörstudien gewonnen (16). Bei der Standardversion dieser Untersuchung werden dem linken und rechten Ohr simultan akustische Stimuli angeboten. Die Anordnung der Hörbahnen des Menschen bedingt, daß 90% des im rechten Ohr gehörten Materials ausschließlich in die linke Hemisphäre projiziert wird, umgekehrt 90% des dem linken Ohr angebotenen Materials in die rechte Hemisphäre gelangt. Bei Darbietung verbalen Materials erfolgt bei Rechtshändern eine eindeutige Lateralisation nach links, das heißt, daß der Proband häufiger und mit größerer Treffsicherheit Silben oder Worte wiedergeben kann, die dem rechten Ohr angeboten wurden. Umgekehrt zeigt sich bei der Darbietung von akustischen Stimuli mit emotionellem Gehalt, wie zum Beispiel Musik, aber auch von typischen Umweltgeräuschen eine Verarbeitungspräferenz der rechten Hemisphäre. Der mittels dichotischer Prüfung gewonnene Lateralitätsindex ist allgemein als standardisierte Methode anerkannt.

Signifikante Hemisphärenunterschiede fanden sich auch bei der lateralisierten tachistoskopischen Präsentation von visuellem Material. Die Funktionsweise der Sehbahn bedingt, daß alle visuellen Stimuli, die in der rechten Gesichtsfeldhälfte wahrgenommen werden, ausschließlich in den linken Occipitallappen projiziert werden, links erscheinende Stimuli jedoch in die Sehrindenbezirke der rechten Hemisphäre gelangen. Diesem Prinzip folgend können visuelle Stimuli bei exzentrischer Präsentation den Hemisphären getrennt dargeboten werden.

In vielen tachistoskopischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß die linke Hemisphäre mit linguistischem Material besser umzugehen versteht. Die rechte Hemisphäre hat demgegenüber Vorteile in der Verarbeitung von räumlichen, geometrischen visuellen Stimuli.

Bei der Wada-Prozedur handelt es sich um eine regionale Einbringung einer Barbituratnarkose in eine Hemisphäre über die arterielle Versorgung. Dadurch kann über kurze Zeit die Funktion



Schematische Darstellung der Hörbahnen. MO Medulla oblongata, NC Nucleus cochlearis, CI Colliculus inferior, CGM Corpus geniculatum mediale, HQ Heschische Querwindungen.

ABBILDUNG 7 -- DAS PRINZIP DES DICHOTISCHEN HÖRENS (16)
Schematische Darstellung der Hörbahnen.

der linken und rechten Hemisphäre blockiert und eine Hirnhälfte isoliert geprüft werden, was z.B. die Lokalisation des Sprachzentrums ermöglicht.

Weitere Daten zur Hemisphärenasymmetrie wurden ferner aus Stimulationsstudien gewonnen, die seit den Vierzigerjahren an wachen, lokalanaesthesierten Patienten im Rahmen von neurochirurgischen Eingriffen am Gehirn durchgeführt werden (17,18).

Die modernste Methode, spezifisch kognitive Funktionen im Hemisphärenbereich zu prüfen besteht in der Messung des regionalen Stoffwechsels (PET, SPECT). Dabei werden nach verschiedenen technischen Konzepten (Messung der Verteilung radioaktiv markierter Stoffwechselprodukte, oder der Verteilung von markiertem Xenon) Blutflußmessungen unter variablen Versuchsbedingungen durchgeführt. Diese Methode erlaubt eine dynamische Hemisphärenprüfung; in unstimuliertem Ruhezustand findet sich ein symmetrischer Hirnstoffwechsel (19), bei der Arbeit an kognitiven Aufgaben wie z.B. Sprechens, bildhaften Vorstellens, taktilen Prüfens oder bei motorischen Aufgaben entstehen aber regionale Durchblutungsunterschiede als Maß für die gesteigerte Aktivität des Stoffwechsels und der Neuronen in umschriebenen kortikalen und subkortikalen Arealen. So fand sich

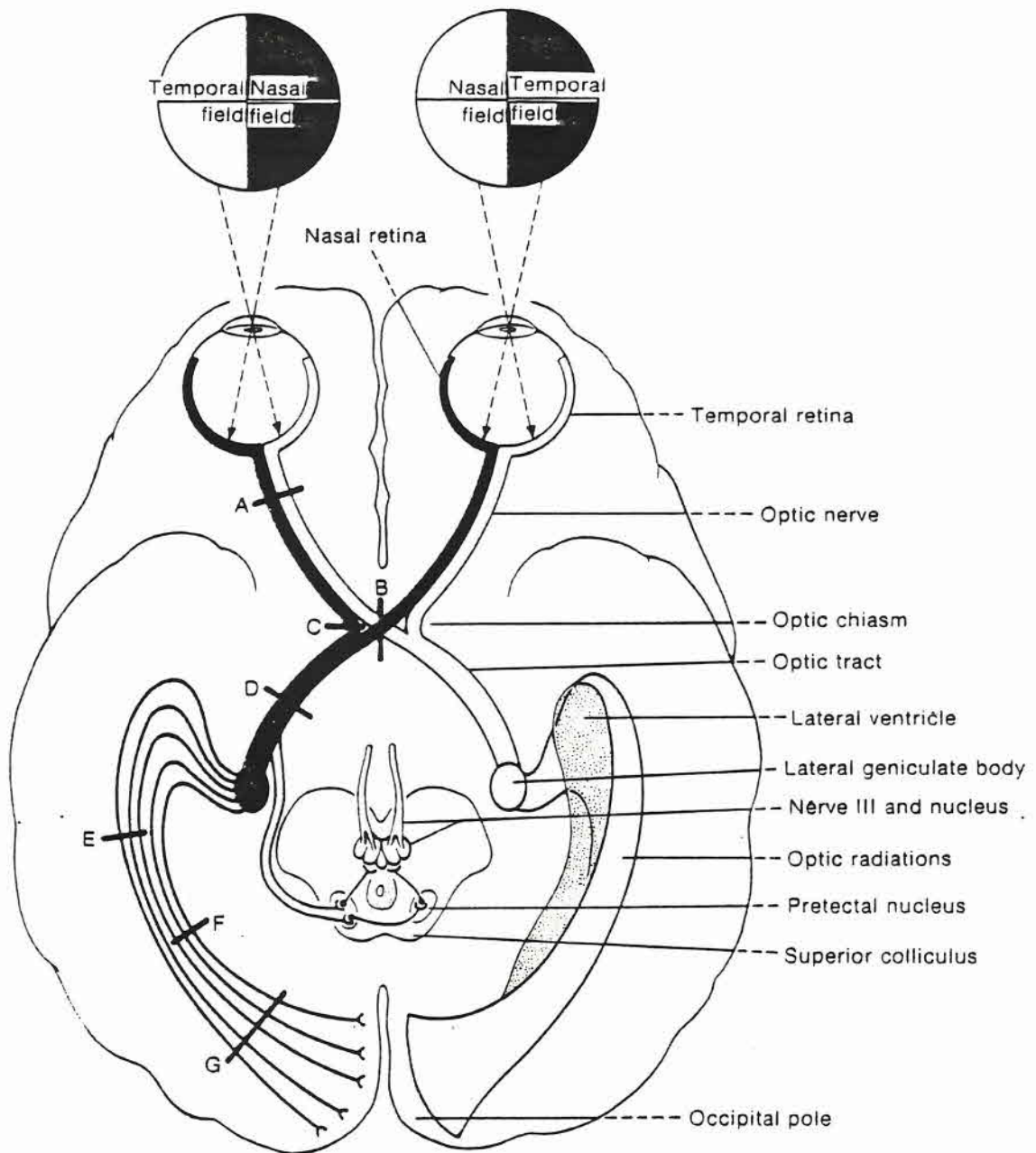


FIG. 10-2. The course of the visual fibers from the retina to the occipital cortex. A, B, C, D, E, F, and G show the sites of various lesions which may affect the fields of vision.

ABBILDUNG 8 -- DIE REIZVERARBEITUNG DER SEHBAHN
 HOMONYME GESICHTSFELDABSCHNITTE WERDEN JEWEILS
 IM KONTRALATERALEN OCCIPITALLAPPEN VERARBEITET

z.B. eine Steigerung der regionalen Hirndurchblutung beim Lesen oder spontanem Sprechen in der linken Hemisphäre, aber eine Blutflußzunahme in beiden Hemisphären bei automatisiertem Reihensprechen (20, 21, 22). Mit Verfeinerung der Untersuchungstechnik ist von diesen Messungen eine immer genauere Darstellung der Lokalisation von Neuronensystemen zu erwarten, die für kognitive Leistungen in den Hemisphären kompetent sind.

AD 3: Aus den Befunden neurologischer Patienten wurden viele Hinweise auf die Hemisphärenfunktionen gewonnen. Hier ist z.B. auf die ausführlichen Split-Brain-Studien zu verweisen, dabei handelt es sich um Untersuchungen an Patienten, bei denen zur Behandlung schwerer Epilepsien die Verbindungsbahnen zwischen den beiden Hemisphären durchtrennt wurden. Dadurch ist der inter-hemisphärische Informationsaustausch unterbrochen und es besteht die Möglichkeit, Hemisphärenfunktionen getrennt zu prüfen (23).

Das wohl umfassendste Wissen über die Hemisphärenfunktion stammt aber aus der klinischen Untersuchung hirngeschädigter Patienten. Systematische Untersuchungen über die Ausfälle nach Hirntumoren, Schlaganfällen, Schädelhirntraumen, oder fokalen Hirnschäden anderer Genese werden seit mehr als hundert Jahren mit dem Zweck durchgeführt, Rückschlüsse auf die Lokalisation psychologischer Funktionen zu gewinnen. Als eines der ersten Lokalisationsprinzipien wurde die eingangs erwähnte Dichotomie in verbale und nicht-verbale Leistungen an zahlreichen fokalhirngeschädigten Patienten bestätigt. Die Lokalisationslehre ist einer der wichtigsten Teilbereiche der klinischen Neuropsychologie. Der methodische Ansatz dabei besteht in einer verhaltensneurologischen Komponente, in der Hirnleistungen spezifisch geprüft werden; diese Leistungsuntersuchung wird mit einer Lokalisationsmethode, etwa modernen neuroradiologischen Methoden (Computertomogramm, Magnet-Resonanz-Untersuchung), oder der pathologisch-anatomischen Nachuntersuchung gepaart. Die aus Hemisphärenläsionen resultierenden Krankheitsbilder sind hinlänglich bekannt: Eine grobe syndromatologische Unterteilung nach rechts- beziehungsweise linkshemisphärischen Laesionen findet sich in Tabelle 3.

TABELLE 3 -- NEUROPSYCHOLOGISCHE SYNDROME NACH EINSEITIGER
HEMISPHÄRENLÄSION

Syndrome nach linkshemisphärischer Laesion:

Aphasien (zentrale Sprachstörungen)
Apraxien (Störungen des motorischen Programmes)
Akalkulie, Alexie, Agraphie (Störung des Rechnens, Lesens, Schreibens)

Syndrome nach rechtshemisphärischer Laesion:

Visuell-räumliche Störungen
Neglect-Syndrom (halbseitige Vernachlässigung von Körper und externen Reize)
Prosopagnosie (Störung des Gesichtererkennens)
Topographische Amnesie (Verlust des Raumgedächtnisses)
Konstruktive Apraxie (Konstruktionsstörung)

Syndrome nach diffuser oder bilateraler Hirnschädigung:

Frontalhirnsyndrome

Amnestische Syndrome (div. Gedächtnisstörungen)

Dementielle Syndrome (zerebrale Abbaukrankheiten mit generellem, progredientem Verlust kognitiver Leistungen)

Visuelle Agnosie (Störung des visuellen Erkennens)

Ebenso in den Bereich der Laesionsstudien fallen jene vereinzelt Fallberichte, die über das kognitive Verhalten von Patienten nach Absetzen von Hirnteilen berichten. Hier soll auf die umfassende Untersuchungsserie von Brenda Milner (24), verwiesen werden. Einzelfälle nach frühkindlicher Hemisphärektomie haben besonders hinsichtlich entwicklungsneurologischer Parameter und der Plastizität des Gehirnes wertvolle Aufschlüsse gebracht (6).

5. MÄNNER HABEN ANDERE KOGNITIVE LEISTUNGS- SCHWERPUNKTE ALS FRAUEN

Neben allen anderen sexuellen Dimorphismen sind zwischen Frauen und Männern auch Unterschiede im kognitiven Verhalten festzustellen. Diese Unterschiede finden sich einestheils in der Organisation und Lateralisation von Hirnfunktionen, andertheils in der Verwendung kognitiver Strategien. Diese Erfahrung, mittlerweile in ihren Grundzügen allgemein anerkannt, wurde aus vielen Beobachtungen und Experimenten gewonnen und ist als Ergebnis eines statistischen Gruppenvergleichs anzusehen. Der folgende Exkurs ist als systematische Zusammenfassung wesentlicher Aspekte zum Thema der geschlechtsabhängigen kognitiven Organisation gedacht. Im Mittelpunkt stehen dabei die am besten untersuchten Hirnfunktionen, nämlich die Formen verbaler und visuell-räumlicher Verarbeitung.

5.1. UNTERSUCHUNGEN AN HIRNGESUNDEN

5.1.1. ANATOMIE

In den meisten planimetrischen oder morphologischen Messungen wurde der Gesichtspunkt nicht berücksichtigt, daß zwischen männlichem und weiblichem Gehirn außer Größe und Gewicht auch noch andere Parameter differieren könnten. In der Literatur finden sich jedenfalls nur wenige Hinweise, daß Hirnteile in ihrer Konfiguration bei Frauen anders als bei Männern ausgebildet sind. Umstritten ist, ob das Corpus callosum, die funktionell wichtigste Verbindung zwischen den Hemisphären, bei Frauen

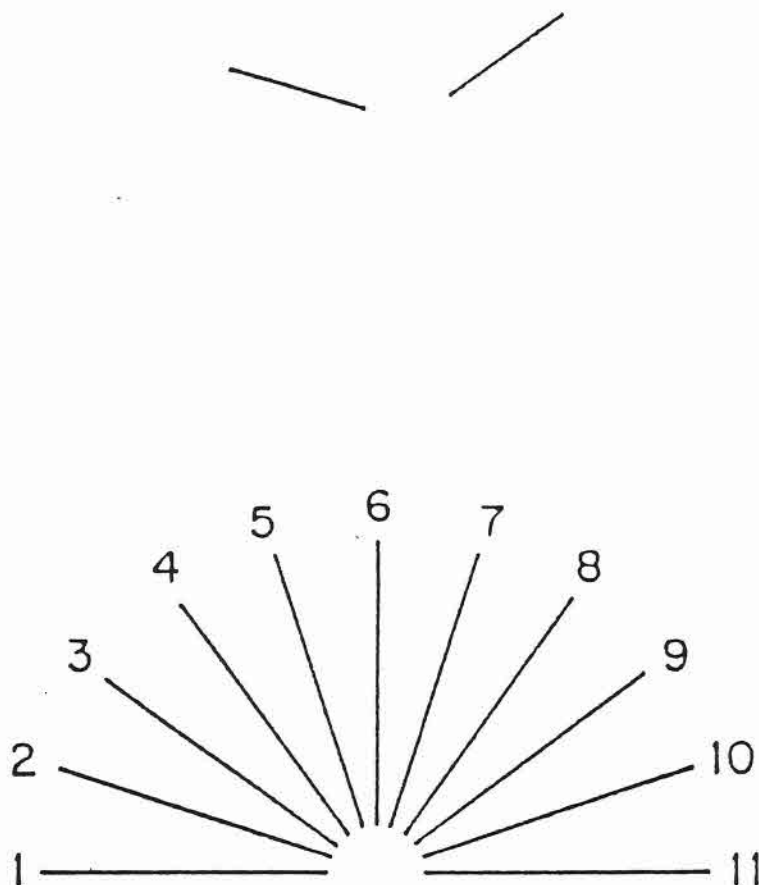
flächenmäßig größer ist (43). Ein größerer Kommissurenquerschnitt könnte dahingehend interpretiert werden, daß bei Frauen eine erhöhte Zahl von Fasern für den interhemisphärischen Informationsaustausch zur Verfügung steht, ein Faktum, das für die Entwicklung der Lateralisation sicher wichtig ist. Ferner könnte eine erhöhte Faserzahl im Corpus callosum bedeuten, daß bei Laesionen in einer Hemisphäre eine Kompensation durch die andere Hemisphäre besser zur Geltung kommt.

5.1.2. UNTERSCHIEDE IN DEN KOGNITIVEN FUNKTIONEN DER GESCHLECHTER

Die Frage, welche kognitiven Funktionen von Männer beziehungsweise Frauen besser beherrscht werden, ist kaum umstritten. Es gilt als erwiesen, daß visuell-räumliche und mathematische Aufgabenstellungen allgemein von Männern mit größerem Geschick erledigt werden. Im Gegensatz dazu haben die meisten Frauen einen Leistungsvorsprung bei verbalen Prozessen. Diese Daten stammen aus Verhaltensbeobachtungen von Kinder, heranwachsenden Schülern, aber auch Erwachsenen. Die kognitiven Leistungsunterschiede bestehen bereits bei Kindern, treten aber nach der Pubertät in verstärktem Maße auf. Die Hypothese wird durch mehrere Befunde gestützt (1,4,5,6,7,9).

So finden sich entwicklungs-dyslexische Störungen, Stottern und sprachabhängige Lernstörungen wesentlich seltener bei Mädchen und Frauen. Weibliche Kleinkinder erlernen das Sprechen meist früher, entwickeln in kurzer Zeit ein umfassenderes Vokabular. Die meisten Frauen artikulieren schneller und deutlicher, beherrschen die Sprache allgemein flüssiger, sind bessere Leser und kommen mit komplizierten syntaktischen Formen meist besser zurecht. Die kognitive Domäne der Männer scheint die visuell-räumliche Verarbeitung zu sein. Dabei scheint die räumliche Visualisierung (zwei- und dreidimensionales Vorstellungsvermögen), ebenso wie ein räumlicher Orientierungsfaktor eine wichtige Rolle zu spielen. Männliche Schüler und erwachsene Männer schneiden in Tests, die geometrisches Vorstellungsvermögen und Algebra enthalten, meist besser ab. Sie scheinen ebenso bevorzugt bei abstrakt-mathematischem Denken zu sein, zudem finden sich Leistungsvorsprünge gegenüber den weiblichem Geschlecht bei der Wahrnehmung der Konfiguration von Objekten im Raum und bei anderen Tests, die zum Beispiel die mentale Rotation von Objekten erfordern.

Diese Dichotomie kann durch eigenes Befundmaterial erhärtet werden. In Abb. 10 ist das Ergebnis einer tachistoskopischen Studie gesunder männlicher und weiblicher Studenten aufgezeichnet. In dieser Untersuchung wurden ohne Gesichtsfeldabhängigkeit visuelle Stimuli kurz und kontrolliert dargeboten. Im Line-Orientation-Test wird die visuell-räumlichen Perzeptionsfähigkeit geprüft. Der Proband muß räumlich verschieden gerichtete Linien, die kurz präsentiert werden, auf einer Anordnung konstant vorhandener, in Rosettenform angeordneter Gerader wiederfinden (Abb.9).



Die Aufgabe besteht darin, die Linien in der oberen Bildhälfte mit Geraden gleicher räumlicher Ausrichtung in der tieferstehenden Rosette zur Deckung zu bringen.

ABBILDUNG 9 -- LINE ORIENTATION TEST ZUR PRÜFUNG
VISUELL-RÄUMLICHER FUNKTIONEN (45)

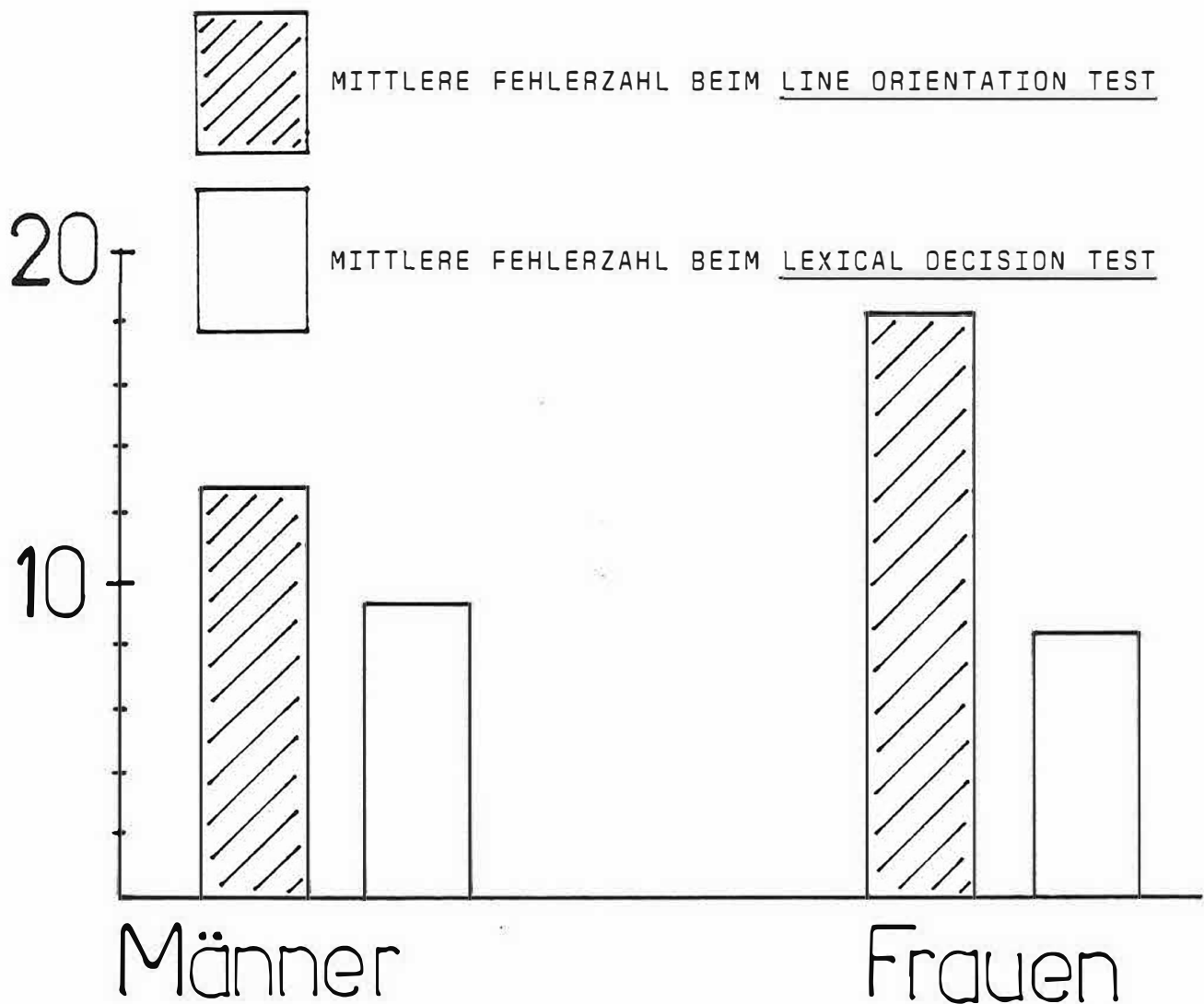
Im sogenannten Lexical-Decision-Test werden linguistische Fähigkeiten geprüft. Hier muß der Proband tachistoskopisch präsentierte Worte und sinnlose Buchstabenkombinationen gleicher Länge visuell erfassen, lesen und dann entscheiden, ob es sich bei den Stimuli um ein regelrechtes Wort oder ein Nonsens-Wort gehandelt hat (Tab. 4).

TABELLE 4 -- WORTBEISPIELE AUS EINEM LEXICAL DECISION TEST

echte und Nonsens-Worte in randomisierter Reihenfolge, Wortlänge jeweils 4 Buchstaben

LUFT	WALD	SEIL
ECKE	ZALS	TIER
LAMO	HART	WERL
PELZ	ANGO	DORM
GIFT	LERD	LAUB
KROR	WITZ	DINK
SELZ	FLUT	KUSS

Die Ergebnisse einer Prüfung gesunder Probanden mit dem Line Orientation und dem Lexical Decision Test sind in Abbildung 10 zusammengefaßt.



LO = Line Orientation, LD = Lexical Decision
 Männer: N = 27, Durchschnittsalter = 23 Jahre,
 Schulbildung = 15.3 Schuljahre
 Frauen: N = 32, Durchschnittsalter = 28 Jahre
 Schulbildung = 15.9 Schuljahre

Darbietungsform der visuellen Stimuli mittels Tachistoskop im gesamten Gesichtsfeld. Darbietungszeit für Line Orientation Test pro Trial jeweils 1.65 sec. (120 Trials), beim Lexical Decision Test pro trial 0.05 sec. (60 Trials). Untersucht wurden 32 Frauen und 27 Männer.

 ABBILDUNG 10 -- VERGLEICH DER GESCHLECHTSABHÄNGIGEN VERBALEN
 UND VISUELL-RÄUMLICHEN LEISTUNG IM
 TACHISTOSKOP

Im Diagramm sind die Fehlerzahlen bei beiden Tests aufgezeichnet. Männlichen Probanden machen deutlich weniger Fehler bei der Prüfung der visuell-räumlichen Fähigkeiten, schneiden jedoch in dem lexikalischen Entscheidungsverfahren schlechter ab. Die umgekehrte Befundkonstellation gilt für die weiblichen Probanden. Die beiden Gruppen sind hinsichtlich Alter und Intelligenz, beziehungsweise Schulbildung gut vergleichbar. Das Untersuchungsergebnis unterstreicht die Hypothese, daß Frauen bei linguistischen Prüfungen, Männer bei der Bewertung visuell-räumlicher Fähigkeiten bessere Ergebnisse erzielen.

6. FRAUEN HABEN EINE ANDERE FUNKTIONELLE ASYMMETRIE ALS MÄNNER

6.1. STUDIEN ZUR PERZEPTIVEN ASYMMETRIE

Durch den Einsatz objektiver Testmethoden wie des dichotischen Hörtests oder des Tachistoskopes werden jene Befunde im wesentlichen bestätigt, die einen Leistungsvorsprung des männlichen Geschlechtes bei visuell-räumlichen Fähigkeiten und des weiblichen Geschlechtes bei verbalen Funktionen postulieren.

Eine weiterer markanter Unterschied besteht darin, daß die kognitiven Funktionen bei Männern deutlich mehr lateralisiert sind als bei Frauen. Dafür seien einige Beispiele angeführt. Bei Lexical-Decision-Tests können gesunde Probanden ihre Entscheidung nach Präsentation im rechten Gesichtsfeld (Verarbeitung durch die linke Hemisphäre) schneller und mit weniger Fehlern als im linken Gesichtsfeld treffen. Der Effekt der Gesichtsfeldabhängigkeit ist bei männlichen Probanden aber viel deutlicher nachzuweisen, was darauf hinweist, daß alle jene linguistischen Funktionen, die zur Lösung der Aufgabe notwendig sind, bei Männern ausschließlich in der linken Hemisphäre repräsentiert sind. Der Hemisphärengradient ist bei Frauen kleiner, in einigen Untersuchungen sogar gar nicht nachweisbar (25,26,27). Ein ähnlicher Effekt, jedoch mit Bevorzugung der rechten Hemisphäre ist für visuelle Stimuli nachweisbar, die visuell-räumliche Aufgabenstellungen beinhalten. Bei Männern findet sich eine ausgeprägtere und nachhaltigere Lateralisation in die rechte Hemisphäre, das heißt, daß visuell-räumliche Probleme in der rechten Hemisphäre schneller und mit weniger Fehlern gelöst werden. Dieser Lateralisationsgradient ist bei Frauen kleiner und schwächer ausgeprägt (6).

Die Untersuchungsergebnisse bei dichotischen Hörtests sind widersprüchlicher. Während einige Arbeitsgruppen bei der Verwendung verbalen Materials für Männer eine größere Lateralisation in die linke Hemisphäre nachgewiesen haben, finden sich auch Ergebnisse, die eine quantitativ ähnliche Lateralisation für Männer und Frauen beschreiben (16,28). Für die Lateralisation nichtverbalen, akustisch dargebotenen Materials könnte kein sicherer Unterschied zwischen Männern und Frauen festgestellt werden.

Die Prüfung expressiv-sprachlicher Funktionen im Wada-Test zeigte, daß Männer nach linksseitiger Injektion von Barbiturat signifikant mehr Fehler als Frauen machten (29).

Generell ist bei den Lateralisationsprüfungen gesunder Probanden für die Wahrnehmung verbalen und nichtverbalen Materials ein deutlicher Trend festzustellen: Männer zeigen eine ausgeprägtere Hemisphärenasymmetrie für verbale und nichtverbale Modalitäten als Frauen.

6.2. KLINISCHE STUDIEN ZUR HEMISPHÄRENASYMMETRIE DER GESCHLECHTER

Diesen Studien liegt die Annahme zugrunde, daß die Defizite, die nach einer unilateralen Schädigung des Gehirnes auftreten, Rückschlüsse auf die Funktion der betroffenen Region in gesundem Zustand zulassen. In den meisten klinischen Studien wurden die erhaltenen verbalen Fähigkeiten den nicht-verbalen Funktionen nach links- beziehungsweise rechtshirnigen Schäden gegenübergestellt. Bei sorgfältiger Prüfung zeigt sich folgendes Ergebnis (29,30,31): Männer mit Schlaganfällen oder Tumoren der linken Hemisphäre zeigen eine signifikante Minderung der verbalen Leistung, wogegen nichtverbale Funktionen praktisch unbeeinflusst bleiben; nach rechtsseitigen Laesionen ist hingegen die nicht-verbale Leistung deutlich schlechter. Werden die selben Funktionen bei Frauen nach einem fokalen links- oder rechtshirnigen Schaden geprüft, finden sich diese Gradienten nicht oder nur in geringem Maße, das heißt daß verbale oder visuell-räumliche Leistungseinbußen nach unilateralen Schäden bei Frauen in geringerem Umfang auftreten. Diese Daten werden im Sinne der ausgeprägteren Lateralisation bei Männern interpretiert.

Tab. 5 faßt die Ergebnisse einer verbalen Intelligenz- und Gedächtnisprüfung nach unilateraler Hirnschädigung bei Männern und Frauen zusammen (29).

TABELLE 5 -- VERBALE INTELLIGENZ UND VERBALES GEDÄCHTNIS BEI
MÄNNERN UND FRAUEN NACH UNILATERALER HIRNSCHÄDIGUNG

	linkshemisphärische Läsion	rechtsh. Läsion	t-Test t	p
<u>Männer</u>				
N	9	5		
Alter	37.7	51.8		
WAIS verbal IQ	95.2	105.6	1.73	< .1
Spätform WMS	7.7	12.6	2.36	< .5
<u>Frauen</u>				
N	5	6		
Alter	50.0	40.7		
WAIS verbal IQ	106.4	97.0	1.71	n.s.
Spätform WMS	10.6	12.1	.86	n.s.

WAIS = Wechsler Adult Intelligence Scale (alterskorrigierte Werte); WMS = Wechsler Memory Scale (Verbalteil, Spätform).

Die aus Tab.5 ersichtlichen Daten verweisen darauf, daß eine linkshemisphärische Läsion bei Männern zu einer Erniedrigung der verbalen Intelligenzleistung und des verbalen Gedächtnisses führt, die bei Frauen nicht in diesem Umfang auftritt.

6.2.1 INZIDENZ VERBALER STÖRUNGEN :

Einige Klinische Studien haben aufzuzeigen versucht, daß das Auftreten von Sprachstörungen nach linkshemisphärischer Laesion bei den Geschlechtern verschieden häufig ist. Es wurde versucht, diese These für das Auftreten von Aphasien, eine Minderung der verbalen Intelligenz und des verbalen Gedächtnisses, und für die Sprachflüssigkeit zu belegen; so traten z.B. in einer Gruppe akut Schlaganfallkranker Aphasien dreimal häufiger bei Männern auf (32; siehe Tab. 6)).

 TABELLE 6 -- EXPRESSIVE UND REZEPTIVE SPRACHFUNKTIONEN NACH
 HEMISPHÄRENLÄSION IN % KORREKTER LEISTUNG (32)

	% EXPR. + REZ.	% EXPR.	% REZ.
Männer LHL (N = 24)	66	63	70
Frauen LHL (N = 18)	74	72	76
Männer RHL (N = 18)	86	84	89
Frauen RHL (N = 14)	82	82	82

Anzahl der als aphasisch klassifizierten Männer: 14/29 (48 %)

Anzahl der als aphasisch klassifizierten Frauen: 2/16 (13 %)

 Aphasietest: Minnesota Test for the Differential Diagnosis of
 Aphasia (Schuell-Test), Cut-off Score 87/90.

LHL = linkshemisphärische Läsion, RHL = rechtshemisphärische L.
 Ätiologien: vaskuläre und Tumorpatienten.

In einer ähnlichen Studie wurde die verbale Intelligenz und die Sprachflüssigkeit nach Hirnschädigung bei Männern und Frauen verglichen (29). Als Maß für die Oral Fluency wurde die Fähigkeit definiert, Worte einer bestimmten Kategorie (z.B. mit gleichem Anfangsbuchstaben) in der Dauer einer Minute zu generieren (Tab.7).

TABELLE 7 -- ORAL FLUENCY UND VERBALER INTELLIGENZQUOTIENT
BEI NICHTAPHASISCHEN PATIENTEN (29)

	verbaler IQ	OF
Männer LHL (N = 23)	88.7	5.5
Frauen LHL (N = 16)	103.6	13,2
Männer RHL (N = 23)	109.0	11.6
Frauen RHL (N = 17)	101.1	13.0

OF = Oral Fluency, Sprachflüssigkeit.

LHL = linkshemisphärische Läsion, RHL = rechtshemisphärische L.

Ähnliche Ergebnisse finden sich bei der Prüfung metasprachlicher Funktionen, wie zum Beispiel der Interpretation von Sprichwörtern; links-temporale Schäden erzeugten bei Männern ein diesbezüglich größeres Defizit als bei Frauen (32,29,33).

Aus den Daten in Tab.5,Tab.6 und in Tab.7 ist ferner ersichtlich, daß rechtshemisphärische Läsionen bei Frauen ein Defizit verbaler Funktionen (verbaler Intelligenzquotient, Gedächtnis, Sprachflüssigkeit) erzeugen können, was auf eine bilaterale heterogene Repräsentation von Sprachzentren beim weiblichen Geschlecht hinweist.

Eine weitere umfassenden Studie über die Inzidenz und die Charakteristika von Aphasien bei Männer und Frauen erbrachte Ergebnisse, die zum Teil im Widerspruch zur Hypothese stehen, daß Aphasien bei Männern häufiger sind (34). In dieser Untersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede im Auftreten von Aphasien, ihren Subtypen und ihrem Schweregrad zwischen den Geschlechtern gefunden werden. Als Erklärung für die Diskrepanz der Daten beider Arbeitsgruppen wird angeführt, daß nicht die Absolutziffern der Aphasie-Inzidenzen gewertet werden können, weil Männer im Lebensalter zwischen 50 und 60 Jahren viel häufiger Schlaganfälle erleiden, sondern relative Vergleiche zwischen Insultpatienten beider Geschlechter heranzuziehen sind. Bei einer derartigen Beurteilung sei kein Unterschied im Auftreten zentraler Sprachstörungen zu erkennen. In Tab. 8 sind die Häufigkeitsverteilungen von Aphasietypen und in Tab. 9 die Ergebnisse der Subtests männlicher und weiblicher Aphasiker angeführt, die mit der Western Aphasia Battery (WAB) getestet wurden. Im direkten Vergleich zeigten sich keine signifikanten Geschlechtsunterschiede.

Clinical aphasic type

	Global	Broca	Wernicke	Conduction	Transcortical			
					Motor	Sensory	Isolation	Anomic
Male n = 114	23	19	13	12	5	10	1	31
Female n = 78	15	15	10	6	2	6	2	22
Total n = 192	38	34	23	18	7	16	3	53

* $\chi^2 = 2.014$, d.f. = 7, $P = 0.96$, not significant.

TABELLE 8 -- HÄUFIGKEITSVERTEILUNG UND APHASIETYPEN BEI MÄNNERN UND FRAUEN (34)

Subtest	Male		Female		P*
	Mean	SD	Mean	SD	
AQ	48.96	30.98	47.58	32.78	0.77
Fluency	4.98	3.24	4.78	3.68	0.69
Comprehension	11.79	6.03	11.93	6.01	0.88
Repetition	5.20	3.96	5.13	3.99	0.90
Naming	3.93	3.46	3.85	3.58	0.73
Reading	40.15	32.61	40.38	34.42	0.96
Writing	21.13	26.29	26.22	33.81	0.24
Drawing	7.42	9.47	8.14	10.05	0.61
Block design	1.87	6.01	1.54	6.17	0.72
Calculation	9.43	10.65	8.92	10.73	0.75
RCPM	11.58	12.39	11.13	12.22	0.80

* None of these P values for t-tests are significant.

TABELLE 9 -- MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR MÄNNLICHE UND WEIBLICHE APHASIKER BEI DEN WAB-SUBTESTS (34).
N = 114 (Männer), bzw. 78 (Frauen).

Auch bei der Rehabilitation von Aphasiekranken zeigten sich unterschiedliche Trends: Einige Studien (32,35) zeigten das längere Fortbestehen von Sprachdefiziten bei Männern. Im Gegensatz dazu wurde eine für Männer und Frauen gleich gute Rückbildungsrate nach Auftreten von Aphasien berichtet (36,37).

Das geschlechtsspezifische Sprachverhalten von Aphasikern wurde in einem textlinguistischen Ansatz untersucht (38). Diese Analyse zeigte Unterschiede in der Verwendung deskriptiver Strategien: Männer benützen eine analytische, Raum-Zeit-orientierte Strategie, während für Frauen typisch ist, daß sie erzählen und bewerten, was als Ausdruck eines holistischen, gestaltartigen Sprachverhaltens gedeutet wird. Diese Verhaltensmerkmale, die beim Gesunden zu beobachten sind, scheinen sich auch nach Eintreten einer Aphasie nicht grundlegend zu ändern.

In der Zusammenfassung der vorliegenden Studien kann kein entgültiges Urteil darüber gefällt werden, ob sprachliche Ausfälle nach unilateralen Hirnläsionen bei Männern oder bei Frauen häufiger, verschieden ausgestaltet oder rascher rückbildungsfähig sind. Die Diskrepanzen in den Untersuchungsergebnissen könnten darin ihre Ursache haben, daß die untersuchten Populationen hinsichtlich Alter, Ätiologie und angewandter Prüfmethode kaum vergleichbar erscheinen.

6.2.2. NICHTVERBALE FUNKTIONEN:

Das Ausmaß der Dysfunktion bei konstruktiven Aufgabenstellungen scheint nach rechtshirnigen Schäden bei Männern größer als bei Frauen zu sein (30). Dies ist das Ergebnis einer Studie an Patienten mit unilateralen Hirnschäden. Die Überprüfung der visuell-räumlichen Funktion erfolgte durch den Block-Design-Test (Mosaik-Test), der das Zusammensetzen farbiger Würfel nach Vorlage erfordert; das sprachliche Defizit wurde mit der Western Aphasia Battery geprüft (siehe Tab. 10).

TABELLE 10 -- GESCHLECHTSUNTERSCHIEDE BEI DER SPRACHLICHEN UND VISUELL-RÄUMLICHEN VERARBEITUNG (30)

	WAB-Score (80)*				Block Design (12)*			
	N	LHL	N	RHL	N	LHL	N	RHL
Männer	23	41.0	12	70.2	32	7.8	13	3.2
Frauen	22	47.3	7	65.0	22	7.0	8	6.1

WAB = Western Aphasia Battery; * = Maximum Score
 LHL = linkshemisphärische Läsion
 RHL = rechtshemisphärische Läsion

In einer weiteren Studie, die Patienten nach vasculären rechtshirnigen Hirnschäden auf ihre Fähigkeit untersuchte, maskierte Worte und Figuren zu finden, fand sich ein ausgeprägteres Defizit bei Männern (31). Männer benötigten längere Reaktionszeiten, um Stimuli im linken Raum zu entdecken und wiesen höhere Fehlerzahlen auf. Diese Befunde weisen darauf hin, daß Männer nach rechtshirnigen Laesionen vermutlich empfindlicher für das Auftreten eines sogenannten Neglect-Syndromes, einer Aufmerksamkeitsstörung für den linken Raum, sind.

Die Ergebnisse zahlreicher klinischen Studien, die die Variablen der Lateralisation, der Hirnfunktion und des Geschlechtes vergleichend untersuchten, sind mit Vorsicht zu vergleichen. Bei vielen Populationen sind große Unterschiede im Alter, den Praedispositionen und Risikofaktoren sowie der praemorbiden Intelligenz der verglichenen Patienten evident. Häufig wurden auch die Lokalisation der Hirnläsionen oder die Händigkeit unzureichend untersucht und verschiedene Ätiologien verglichen.

Auch bei Anwendung kritischer Maßstäbe bestätigen die vorliegenden klinischen Daten aber jene Hypothese, die aus dem Leistungsvergleich gesunder männlicher und weiblicher Probanden aufgestellt wurde: Visuell-räumliche und verbale Funktionen sind bei Männern stärker lateralisiert als bei Frauen; Frauen scheinen die Kontrolle ihrer sprachlichen und räumlich-verarbeitenden Funktionen eher über beide Zentren verteilt zu haben (siehe Tab. 11).

TABELLE 11 -- GESCHLECHTSUNTERSCHIEDE BEI KOGNITIVEN FUNKTIONEN
UND BEI DER LATERALISATION

F R A U E N

bessere Testergebnisse: verbale Fähigkeiten (Sprachflüssigkeit, Grammatik, Artikulation, exekutive Sprachfunktionen, Lexikon)

funktionelle zerebrale Asymmetrie geringer ausgeprägt

M Ä N N E R

bessere Testergebnisse: visuell-räumliche Verarbeitung (Perzeption, räumliche Orientierung, darstellende Geometrie, mentales Vorstellungsvermögen von Gegenständen)

funktionelle zerebrale Asymmetrie stark ausgeprägt, verbale und nichtverbale Funktionen fast ausschließlich in einer Hemisphäre verarbeitet

Mehrere neurale Mechanismen sind für eine sexuelle Differenzierung des Gehirnes denkbar (43). Eine Entscheidung über die Richtigkeit einer dieser Hypothesen ist mit dem gegenwärtigen Wissensstand nicht möglich.

- 1) eine Hemisphärenspezialisierung, die für Männer anders als für Frauen ist.
- 2) eine unterschiedliche Ausgestaltung des gesamten funktionellen Raumes im Gehirn von Männern und Frauen, unabhängig von den Hemisphären. Konkret könnten zum Beispiel verbale Funktionen bei Frauen und visuell-räumliche Funktionen bei Männern mehr Neuronenkreise belegen.
- 3) eine differentielle, intrahemisphärische oder cortical - subcorticale Organisation.
- 4) ein Prinzip, wonach neuronale Systeme bei Männern und Frauen im wesentlichen gleich sind, hormonelle Einflüsse aber selektiv ein spezielles System fördern und differenzieren.

7. GESCHLECHTSHORMONE HABEN DIREKTEN EINFLUSS AUF KOGNITIVE FUNKTIONEN

7.1. DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN VISUELL-RÄUMLICHER FUNKTION UND ANDROGENHORMONSPIEGEL

Der Einfluß männlicher Geschlechtshormone (Androgene) auf die kognitive Fähigkeiten von Männern wurde in einer Studie (39) untersucht. Getestet wurden sprachliche und visuell-räumliche Fähigkeiten von Männern mit angeborenem und postpubertär erworbenem Mangel an Androgenen. Bei beiden Gruppen fanden sich normale verbale Intelligenzfunktionen für den Bereich der verbalen Information, des Vokabulars und des Ähnlichkeitenerkennens bei verbalem Material. Die visuell-räumlichen Fähigkeiten (Mosaik-Test) und Erkennen räumlicher Beziehungen von Objekten sowie das Erkennen maskierter Figuren waren bei beiden Gruppen im pathologischen Bereich. Nach Hormonsubstitution blieben diese Leistungen bei der Gruppe der angeborenen endokrinen Störung gleich schlecht, wogegen sich das Defizit in der Gruppe der Männer mit erworbener Hormonstoffwechselstörung deutlich besserte (Tab.12). Diese Daten weisen darauf hin, daß Androgene einen permanenten organisierenden Einfluß auf die Entwicklung jener Hirnstrukturen ausüben, die für das visuell-räumliche Verarbeiten verantwortlich sind. Findet, wie in der Gruppe des angeborenen Androgenmangels, keine androgenspezifische Hirnreifung bis zur Pubertät statt, dann ist dieses kognitive Defizit auch durch spätere Gabe von Androgenen nicht mehr korrigierbar. Ist die Hirnreifung bei der Pubertät abgeschlossen und ist das Androgendefizit temporär, wie in der Gruppe der erworbenen Androgenstoffwechselstörung, dann kann eine Androgensubstitution zu einer Restitution der visuell-räumlichen Fähigkeiten führen.

 TABELLE 12 -- ERGEBNISSE PSYCHOMETRISCHER TESTS BEI PATIENTEN
 MIT IHH, AHH UND NORMALEN KONTROLLEN (39)

TEST	IHH	KONTROLLE	AHH	F
<u>verbale Fähigkeiten (WAIS)</u>				
Ähnlichkeiten finden	12.2	13.8	12.8	2.0
Vokabular	12.5	13.3	13.6	2.0
Informationsgehalt	12.3	13.3	14.4	1.4
<u>visuell-räumliche Fähigkeiten</u>				
Mosaiktest	9.8	12.8	13.6	5.9*
räuml. Relationen	26.8	38.2	36.8	4.3*
Embedded Figures	69.8 sec.	37.4 sec	37.8 sec	6.6*

 IHH = idiopathischer (angeborener) hypogonadotroper
 Hypogonadismus, AHH = erworbener hypogonadotroper Hypogonadismus.
 * = $p < 0.05$

Obwohl der genaue Mechanismus der Einflußnahme von Testosteron (männliches Geschlechtshormon) auf das zentrale Nervensystem im Detail unbekannt ist, so ist doch der Ausblick, der aus den vorliegenden Daten gewonnen werden kann, eindeutig: Zur Entwicklung und zur Funktion bestimmter kognitiver Fähigkeiten ist die Mitwirkung von Geschlechtshormonen erforderlich. Gegenwärtig fehlen experimentelle Befunde, die erklären könnten, in welcher Weise männliche und weibliche Geschlechtshormone auf die kognitiven Funktionen bei Männern und Frauen wirken. Eine sehr enge, mittelbare oder unmittelbare Beziehung zwischen Hormonspiegel und kognitiver Leistung ist aber anzunehmen, wie auch neue Daten über die kognitive Leistungsfähigkeit gesunder junger Frauen während des Monatszyklus beweisen (40).

8. DIE SPRACHZENTREN IN DER LINKEN HEMISPHERE SIND BEI MÄNNERN UND FRAUEN GLEICH ORGANISIERT

Während bisher versucht wurde, die Fülle der Daten zum Problem der Lateralisation kognitiver Funktionen über beide Hemisphären zu sichten, soll nun auf die Organisation von Sprachzentren innerhalb der linken Hemisphäre eingegangen werden.

Bei der Einteilung in anterior gelegene (nicht flüssige) und posterior gelegene (flüssige) Aphasien handelt es sich um eine

gängige klinische Aphasie-Klassifikation. Zu Beginn der Achtzigerjahre wurde in mehreren klinischen Arbeiten das Konzept propagiert, daß Frauen nach Laesionen hinter dem Sulcus centralis weniger häufig aphasisch werden als Männer (41,42). Aus der Gegenüberstellung, daß links-posteriore Laesionen bei Frauen weniger häufig von Aphasien gefolgt waren als bei Männern, wurde geschlossen, daß die links-anteriore Region bei Frauen eine wichtigere Rolle in der zentralen Sprachverarbeitung hat als bei Männern. Die links-anteriore Region bei Frauen wurde funktionell der links-posterioren Region bei Männern gleichgesetzt. Diese Beobachtung wurde an einer klinischen Population, gemischter Aetiologie (Tumoren und ischämische Laesionen), erhoben. Die zur Verfügung stehenden Methoden zur Lokalisation der Laesion waren nur teilweise exakt, es wurde nicht nach streng topischen Gesichtspunkten definiert, was als anteriore bzw. posteriore Läsion anzusehen war, und schließlich wurde zur Aphasie-Klassifikation häufig nur ein klinischer Sprachstatus herangezogen. Wegen dieser methodischen Schwächen war es von Interesse, die Wertigkeit der links-anterioren und links-posterioren Region bei Männern und Frauen für die zentrale Sprachverarbeitung neu zu untersuchen. Diese klinische Studie wurde nach einer Idee von Andrew Kertesz unter Mitarbeit des Autors durchgeführt (43).

Die Daten von 185 Patienten mit einzelnen fokalen links-hemisphärischen Laesionen (Nachweis im Computertomogramm) wurden retrospektiv selektiert und bezüglich ihrer sprachlichen Ausfälle überprüft. Als Sprachtest wurde die Western-Aphasia-Battery oder ein ausführlicher klinischer Sprachstatus durchgeführt. Die eigentliche Zielgruppe umfaßte 159 aphasische Patienten, davon 89 Männer und 70 Frauen. 26 Patienten waren nicht aphasisch (12 Männer, 14 Frauen). Die Laesionsaetiologien waren ischämische Infarkte, intracerebrale Haematome und Tumoren. Das verwendete topographische Schema zur Klassifikation in anteriore, zentrale und posteriore Laesionen findet sich in Abb. 7a und 7b. Anteriore und posteriore Region wurden durch eine imaginäre Linie getrennt, die vom Sulcus centralis bis zum Knie der Capsula interna gezogen wurde (Abb. 11). Zur einwandfreien Lokalisation von Kennstrukturen auf den CT-Schichten wurde der Matsui-Hirano-CT-Atlas verwendet.

Die Subgruppen (anterior, zentral, posterior) der aphasischen Patienten sind in Tab. 13, der nichtaphasischen in Tab. 14 aufgeführt.

TABELLE 13 -- VERTEILUNGSMUSTER VON HIRNSCHÄDEN DER LINKEN
HEMISPHERE BEI APHASISCHEN FRAUEN UND MÄNNERN

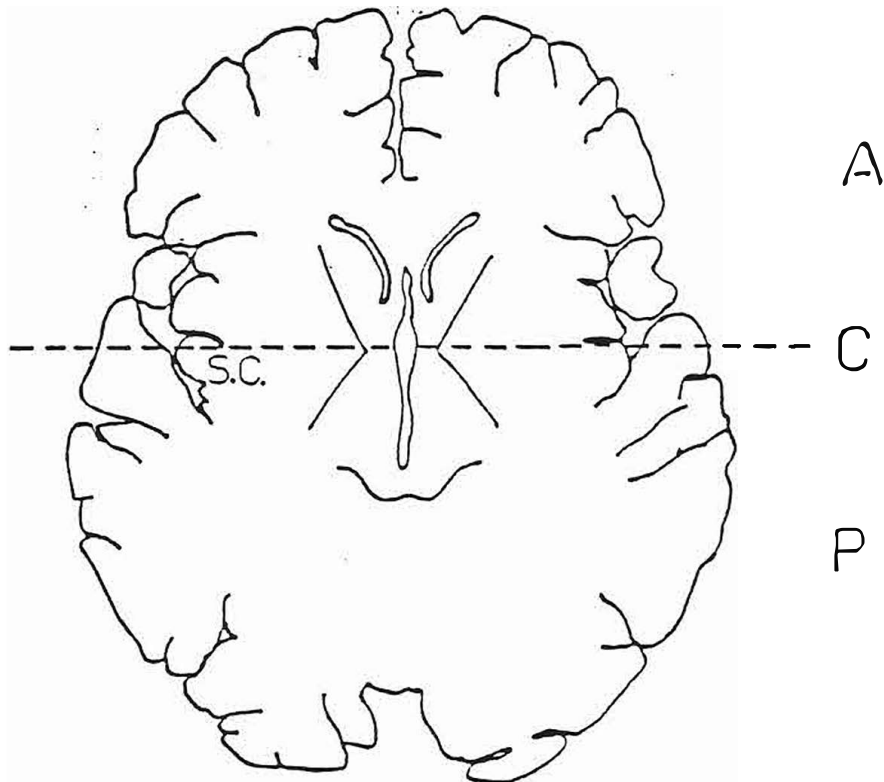
	N	anterior	posterior	zentral
MÄNNER	19	10	4	5
FRAUEN	12	4	7	1

Chi-Quadrat = 4.716, p = 0.094

TABELLE 14 -- VERTEILUNGSMUSTER VON HIRNSCHÄDEN DER LINKEN HEMISPHERE BEI NICHTAPHASISCHEN MÄNNERN UND FRAUEN

	N	anterior	posterior	zentral
MÄNNER	12	3	8	1
FRAUEN	14	3	8	3

Chi-Quadrat = 0.851, p = 0.6533



Ao anterior, Co central, Po posterior; S.C. = central sulcus

ABBILDUNG 11 -- ZONENEINTEILUNG ZUR LOKALISATION VON HIRNLÄSIONEN AUF ANTERIOR-POSTERIOR-ACHSE

In der Gruppe der aphasischen Patienten fand sich nach Überprüfung der Daten mit einem Chi-Quadrat-Test kein Verteilungsmuster, das eine unterschiedliche anterior-zentral-posterior-Verteilung der Laesionen bei Männern als bei Frauen aufweisen würde. Ein ähnlich negatives Ergebnis fand sich auch bei der Laesionsverteilung der nicht-aphasischen Patienten.

In der männlichen und weiblichen Patientengruppe war die

Verteilung von Broca- und globalen Aphasien gleich, bezüglich ihrer anterioren, zentralen und posterioren Laesionsausdehnung. Patienten mit Wernicke-Aphasie, Anomie und Leitungsaphasie hatten meist posteriore Laesionen, auch hier fand sich bei Männern und Frauen ein annähernd gleiches Verteilungsmuster.

Die hier vorliegenden Resultate können ein signifikant unterschiedliches Anterior-/Posterior-Verteilungsmuster bei männlichen und weiblichen Aphasikern nicht nachweisen. Somit ist aus der vorgelegten Folgestudie nicht abzuleiten, daß die links-anteriore Region bei Frauen der Verarbeitung anderer linguistischer Prozesse dient als bei Männern. Die intrahemisphärische Organisation kognitiver Systeme ist komplex und multifaktoriell: Anatomische, physiologische, endokrinologische und erworbene psychologische Unterschiede nehmen auf die Lokalisation kognitiver System Einfluß. Aus diesen Daten kann nicht geschlossen werden, daß die cerebrale Organisation für linguistische Prozesse und damit verbundene motorisch-praktische Funktionen bei Frauen innerhalb der linken Hemisphäre mehr fokal organisiert ist als bei Männern.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Übersicht wurde versucht, aus der Fülle experimenteller und klinischer Daten einige Schwerpunkte herauszugreifen. Reduziert man diese Erkenntnisse auf wenige Kernsätze, so müßte etwa folgende Formulierung getroffen werden:

Mehrere interaktive Variable haben auf die Lokalisation kognitiver Funktionen beim Menschen Einfluß: die Hemisphäre, die Händigkeit und das Geschlecht. Unter Bezugnahme auf diese Fakten kann mit einiger Sicherheit festgestellt werden, in welche Hirnhälfte die Verarbeitung spezifischen Materials lateralisiert ist. Einige Schwierigkeit bereitet bei der Anwendung dieses Schemas die Definition des spezifischen kognitiven Arbeitsprozesses, wie aus der Unzulänglichkeit bisher verwendeter polarer Dichotomieschemata ersichtlich ist.

In der Verteilung von kognitiven Zentren im Gehirn und in der Anwendung von kognitiven Strategien bestehen Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Die sexuelle Differenzierung des menschlichen Gehirnes und die geschlechtsabhängigen Leistungsschwerpunkte können nur hypothetisch erklärt werden. Es ist umstritten, zu welchen Teilen der Gradient zwischen verbalen und visuell-räumlichen Fähigkeiten bei Männern und Frauen auf erbliche, endokrine oder umweltbedingt - erzieherische Faktoren zurückzuführen ist. Die gegenwärtige Organisation zerebraler Zentren steht sicher unter dem Einfluß evolutiver Determinanten mehrerer hunderttausend Jahre. Geschlechtshormone haben jedoch auf die Reifung neuraler Strukturen, aber auch auf den Mechanismus, den Charakter und die Qualität kognitiver Leistungen wesentlichen Einfluß.

LITERATURHINWEISE:

- 1) A.Galaburda, M.Habib. Cerebral Dominance: Biological Associations and Pathology. Discussions in Neuroscience, Vol.4, No.2.
- 2) S.Witelson, W.Pallie. Left hemisphere spezialisation for language in the newborn. Brain 96 (1973), 641-646.
- 3) N.Geschwind, W.Levitsky. Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. Science 161 (1986): 186-187.
- 4) N.Geschwind, A.Galaburda. Cerebral Dominance. The Biological Foundations. Harvard University Press, 1984.
- 5) J.L.Nettleton, N.C.Bradshaw. Human Cerebral Asymmetry. Prentice-Hall Inc., 1983.
- 6) M.P.Bryden. Laterality. Functional Asymmetry in the Intact Brain. Academic Press, 1982.
- 7) S.P.Springer, G.Deutsch. Left Brain, Right Brain. W.H.Freeman and Co.
- 8) D.Kimura. Left-hemisphere control of oral and brachial movements and their relation to communication. Phil.Trans.R.Soc.Lond. B 298 (1982), 135-149.
- 9) N.Geschwind, A.Galaburda. Cerebral Lateralization. Biological Mechanisms, Associations, and Pathology (1,2,3). Arch. Neurol., 42 (1985), 428-575, 521-552, 634-654.
- 10) J.Herron. Neuropsychology of Left-Handedness. Academic Press, 1980.
- 11) E.B.Fennell. Handedness in Neuropsychological Research. In: Experimental Techniques in Neuropsychology. Ed.: H.J.Hannay. Oxford University Press, 1986.
- 12) A.Searleman. A review of right hemisphere linguistic capabilities. Psychol.Bull. 84,3 (1977), 503-528.
- 13) E.D.Ross. Right Hemisphere Lesions in Disorders of Affective Language. In: Localization in Neuropsychology. Ed: A.Kertesz. Academic Press, 1983.
- 14) Deep Dyslexia. Ed: M.Coltheart, K.Patterson, J.C.Marshall. Routledge& Kegan Paul, 1980.
- 15) D.Kimura. Manual Activity During Speaking - I-Right Handers. Neuropsychologia 11 (1973), 45-50; II-Left Handers. Neuropsychologia 11 (1973), 51-55.
- 16) S.Springer. Dichotic Listening. In: Experimental

- Techniques in Neuropsychology. Ed: H.J.Hannay.
Oxford University Press, 1986.
- 17) W.Penfield,H.Jasper. Epilepsy and the anatomy of the human brain. Little Brown, 1954.
 - 18) G.A.Ojemann. Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping. Behav.Brain.Sci. (1983), 189-230.
 - 19) J.C.Mazziotta,M.E.Phelps,J.Miller,D.E.Kuhl. Tomographic mapping of human cerebral metabolism: the unstimulated state. Neurology 31 (1981), 503-516.
 - 20) D.H.Ingvar,M.S.Schwartz. Blood flow patterns induced in the dominant hemisphere by speech and reading. Brain 97 (1974), 273-288.
 - 21) E.Ryding,B.Bradvik,D.H.Ingvar. Changes of regional cerebral blood flow measured simultaneously in the right and left hemisphere during speech and humming. Brain 110 (1987), 1345-1358.
 - 22) N.A.Lassen,D.H.Ingvar,E.Skinhoj. Hirnfunktion und Hirndurchblutung. In: Spektrum der Wissenschaft--Gehirn und Nervensystem. 1984.
 - 23) M.S.Gazzaniga, J.E.LeDoux. Neuropsychologische Integration kognitiver Prozesse. In: Klinische Psychologie und Psychopathologie 26. Ed.: H.Remscheidt. Enke 1983.
 - 24) B.Milner. Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. Brit.Med.Bull. 27 (1971), 272-277.
 - 25) J.L.Bradshaw,E.A.Gates. Visual field differences in verbal Tasks: Effects of task familiarity and sex of subject. Brain and Language 9 (1978),166-187.
 - 26) H.J.Hannay,D.J.Malone. Visual field effects and short term memory for verbal material. Neuropsychologia 14 (1976),203-209.
 - 27) J.L.Bradshaw,E.A.Gates,N.C.Nettleton. Bihemispheric involvement in lexical decisions: Handedness and a possible sex difference. Neuropsychologia 15 (1977),277-286.
 - 28) D.A.Lake,M.P.Bryden. Handedness and sex difference in hemispheric asymmetry. Brain and Language (1976),266-282.
 - 29) J.McGlone. Sex differences in human brain asymmetry: a critical survey. Behav.Brain Sci. 3 (1980), 215-263.
 - 30) J.McGlone, A.Kertesz. Sex differences in cerebral processing of visuospatial tasks. Cortex 9 (1973), 313-320.

- 31) P.D.Blanton,W.D.Gouvier. Sex differences in visual information processing following right cerebrovascular accidents. *Neuropsychologia* 25 (1987), 713-717.
- 32) J.McGlone. Sex differences in the cerebral organization of verbal functions in patients with unilateral brain lesions. *Brain* 100 (1977), 775-793.
- 33) H.Hecaen,M.DeAgostini,A.Monzon-Montes. Cerebral organization in left-handers. *Brain and Language* 12 (1981), 261-284.
- 34) A.Kertesz,A.Sheppard. The epidemiology of aphasic and cognitive impairment in stroke. Age,sex,aphasia type and laterality differences. *Brain* 104 (1981),117-128.
- 35) S.Edwards,J.Ellams,J.Thompson. Language and intelligence in dysphasia: are they related ?
Brit.J.of Disorders of Communication 11 (1976), 83-94.
- 36) A.Kertesz,P.McCabe. Recovery patterns and prognosis in aphasia. *Brain* 100 (1977)1-18.
- 37) K.Gloning,W.D.Heiss,R.Trappl,R.Quatember. Eine experimentell-statistische Untersuchung zur Prognose der Aphasie. *Nervenarzt* 40 (1969), 494-494.
- 38) W.U.Dressler,R.Wodak,C.Pleh. Geschlechtsspezifisches Sprachverhalten von Apathikern auf der Textebene.
- 39) D.B.Hier,W.F.Crowley. Spatial ability in adrogen deficient men. *New England Journal of Medicine* 306 (1982), 1202-1205.
- 40) E.Hampson,D.Kimura. Variations in cognitve and motor skills across the menstrual cycle. Poster, 10 th European Conference INS, Barcelona 1987.
- 41) D.Kimura. Sex difference in cerebral organization for speech and praxic functions. *Can.J.Psychology* 37 (1983), 19-35.
- 42) D.Kimura,R.Harshman. Sex difference in brain organization for verbal and non-verbal functions.In: *Progress in Brain Research*, Vol.61. Eds.: G.J.DeVries et al.,Elsevier 1984.
- 43) D.Kimura. Are men's and women`s brains really different ?
Can.J.Psychology 28 (1987), 133-147.
- 44) A.Kertesz,Th.Benke. Sex equality in intrahemispheric language organization. In press.
- 45) A.Benton,K.deHamsher,N.Varney,O.Spreen. Judgement of Line Orientation. In: *Contributions to Neuropsychological Assessment*. Oxford Univ.Press 1983.

NACHWEIS DER ABBILDUNGEN:

ABBILDUNG 1: (mod.) R.Nieuwenhuys, J.Voogd, Chr. van Huijzen
The Human Central Nervous System. Springer, 1979

ABBILDUNG 2,3,4: siehe (1)

ABBILDUNG 7: K.R.Popper, J.C.Eccles. The Self and Its Brain.
Springer, 1977.

ABBILDUNG 8: R.DeJong. The Neurological Examination.
Harper & Row, 1979.

MITTEILUNGEN AUS DEM INSTITUT FÜR SPRACHWISSENSCHAFT – INNSBRUCK

MISIN

REPORT

5

INNSBRUCK · JULI 1988

Die MISIN-REPORTS beinhalten Arbeiten aus dem Bereich der Allgemeinen und Vergleichenden Sprachwissenschaft. Sie erscheinen in zwangloser Folge.

Selbstkostenpreis des REPORTS 5: öS 90,- / DM 13,-

Bisher erschienen:

MISIN-REPORT 1: Manfred KIENPOINTNER: Zur Analyse argumentativer Dialoge. Mai 1981.

Vergriffen. Erschien in vollständiger Fassung als Sonderheft 56 (1983) der in unserem Institut herausgegebenen „Innsbrucker Beiträge zur Kulturwissenschaft“ (IBK).

Preis: öS 590,-

MISIN-REPORT 2: Paola Maria FILIPPI: Per un'analisi contrastiva tedesco-italiano. La polisemia della preposizione tedesca *bis* e il problema di una sua corretta traduzione in italiano da parte di germanofoni.

Preis: öS 50,-

MISIN-REPORT 3: Norbert Richard WOLF: Probleme einer Valenzgrammatik des Deutschen. November 1982.

Preis: öS 90,-

MISIN-REPORT 4: Manfred KIENPOINTNER: Kontrastive Darstellung lateinischer und deutscher Prädikativa im Rahmen der Dependenzgrammatik. Mai 1985.

Preis: öS 90,-

Wir bitten um Ihre fachliche Stellungnahme.

Unsere Adressen:

Dr. Thomas Benke
Universitätsklinik für Neurologie (Vorstand: Prof. Dr. F. Gerstenbrand)
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35

oder

Prof. Dr. Hermann Ölberg
Institut für Sprachwissenschaft
A-6020 Innsbruck, Innrain 52