

KAPITEL 5:
BIOLOGISCHE HYPOTHESEN TEIL 2:
GEHIRN, EVOLUTIONÄRER DRUCK UND
BEZIEHUNG ZWISCHEN GEHIRN UND VERHALTEN

A) KURZE EINFÜHRUNG IN DAS GEHIRN:

Gehirn und Rückenmark bilden das **Zentralnervensystem**.

Gehirn besteht aus **2 Hälften**, die durch den **Balken (Corpus callosum)** miteinander verbunden sind.

Zwischenräume im Gehirn sind mit **Gehirnflüssigkeit** gefüllt:

- schützt Hirn gegen Verletzungen
- transportiert Hormone und Nährstoffe (Glukose und Sauerstoff) in verschiedene Gehirnregionen

Äußere Schicht des Gehirns = **cerebraler Cortex** -> beim Menschen größter und komplexester Teil des Gehirns; enthält zahlreiche Windungen und Furchen (Unterschied zu Tiergehirnen)

Bestimmte Teile des Cortex sind auf bestimmte Aufgaben spezialisiert; ein- und dieselbe Aufgabe kann aber auch auf verschiedene Gehirnregionen aufgeteilt sein.

- BEISPIELE:
- **Wernicke Areal:** zuständig für Sprachverstehen
 - **Broca Areal:** zuständig für Sprachproduktion
 - ➔ bei den meisten Menschen sind diese beiden Areale **in der linken Gehirnhälfte**
 - **Areale für räumliche Aufgaben** bestehen aus einem Bereich zum Erkennen von Objekten und aus einem Bereich zum Erkennen der Lage der Objekte im Raum; liegen im Zentrum des Cortex (Partiellallappen bzw. Scheitellappen)

- **graue Masse** = Zellkörper der Neuronen und synaptische Verbindungen im ZNS
- **weiße Masse** = Axone, die spinnennetzartig zu allen Körperzellen führen und an andere Neuronen feuern. Axone sind umgeben von Myelin-Schicht, daher weiße Farbe

Cortex bedeckt tieferliegende Gehirnstrukturen.

Verantwortlich für kognitive Fähigkeiten = **synaptische Verbindungen** zwischen den Neuronen. Neuronen kommunizieren miteinander durch Ausschüttung von **Neurotransmittern** (chemische Stoffe, die in synaptischen Spalt ausgeschüttet werden und von Rezeptor am Dendriten eines anderen Neurons aufgenommen werden)

Gehirnmechanismen für sensorischen Input und motorischen Output stehen unter **kontralateraler Kontrolle**:

- Linke Gehirnhälfte = zuständig für sensorische und motorische Info auf der rechten Körperseite
- rechte Gehirnhälfte = zuständig für sensorische und motorische Info auf der linken Körperseite

⇒ Bei den meisten Rechtshändern liegen die Sprachareale in der **linken Hemisphäre** (hier eher symbolische und analytische Denkprozesse; **sequentielle Verarbeitung**); **rechte Hemisphäre** = zuständig für Wahrnehmungs- und räumliche Verarbeitungsprozesse (**analoge Verarbeitungsprozesse**)

1. Hormonelle Einflüsse auf das Gehirn: eine Entwicklungsperspektive

- **Entwicklung des Gehirns** beginnt im selben pränatalen Stadium, in dem sich auch Geschlechtsorgane bilden (**34. – 41. Schwangerschaftswoche**);
- in dieser Zeit **große Unterschiede in pränatalen Hormonspiegeln** bei Mädchen und Buben (bei Buben ca. 10x soviel Testosteron wie bei Mädchen).
- **Beziehung zwischen Gehirnentwicklung und hormonellem System** beginnt in pränataler Zeit und dauert **bis ins hohe Alter**.

a) Pränatale Zeit und Kindesalter:

- Eines der **wichtigsten Hormone bei der Entwicklung von männlichem Gehirn ist Östradiol** (ursprünglich weibliches Hormon, das in verschiedenen Gehirnregionen aus dem Testosteron umgewandelt wird)
- **Erste 2 Lebensjahre = sehr wichtig für Gehirnentwicklung.** Hormonspiegel in den ersten 6 Monaten bei Mädchen und Buben sehr hoch, dann Absinken auf niedrige Konzentration, die bis ins 10./11. Lebensjahr stabil bleibt.
- Bald nach Geburt bildet Gehirn mit rasanter Geschwindigkeit neue Synapsen aus -> Gehirn eines 2-Jährigen enthält ca. 2x so viele Synapsen wie ein Erwachsenengehirn. **In der Pubertät selektives Absterben von Neuronen** -> redundante Verbindungen werden eliminiert, dadurch höhere Effizienz der verbleibenden.
- **Spezialisierung jeder Gehirnhälfte (= funktionale Asymmetrie)** beginnt vor der Geburt und ist **mit ca. 5-6 Jahren abgeschlossen**.
- **Einzelne Gehirnregionen reifen unterschiedlich schnell** (Frontallappen ist als Letzter ausgereift) -> Entwicklung des Gehirns verläuft von links nach rechts und von hinten nach vorne.

b) Pubertät und Erwachsenenalter:

- Bei Geburt wiegt Gehirn ca. 350 Gramm, mit 2 Jahren hat es ca. 75 % des Gewichts eines Erwachsenengehirns (vgl. große Köpfe von Kleinkindern im Vergleich zum Körper)
- Prozess der Myelinisierung (= Ausbildung der Myelinschicht um die Axone) bis ins Erwachsenenalter, bis ca. 60 Jahre oder noch länger.
- Auffallendsten Geschlechtsunterschied im Gehirn findet man in der Pubertät:
 - ➔ bei Burschen wird der *dimorphe Nucleus* im Sehzentrum so groß, dass man den Größenunterschied mit freiem Auge sehen kann
 - ➔ Bei Homosexuellen ist dieser Nucleus kleiner (Anzeichen dafür, dass Homosexualität nicht auf einer bewussten Entscheidung beruht, sondern eine biologische Disposition ist)

c) Das alternde Gehirn:

- Mit ca. 70 Jahren hat Gehirnvolumen um ca. 6 % abgenommen, am stärksten davon betroffen ist frontaler Cortex; Folge:
 - Abnahme der intellektuellen Fähigkeiten
 - erhöhtes Vorkommen bestimmter Formen der Demenz
- Es gibt Geschlechtsunterschied in der Art, wie Gehirne altern:
 - ➔ bei Männern größere Verluste im Frontal- und Temporallappen
 - ➔ Abnahme des Gehirnvolumens beginnt bei Männern schon mit ca. 50 Jahren, bei Frauen erst ab ca. 60 Jahren.
- Im Gehirn gibt es Rezeptoren für Androgene und Östrogene, ihre Anzahl ist in bestimmten Gehirnregionen größer als in anderen
 - ➔ Grund, warum Gehirne von Frauen und Männern mit unterschiedlicher Geschwindigkeit altern: weibliche Hormone schützen Gehirn wahrscheinlich länger vor altersbedingter Atropie.
- Jüngste Untersuchungen zeigen:
 - ➔ Östrogene beeinflussen die Struktur der Gliazellen
 - ➔ Geschlechtsunterschiede im Alterungsprozess der beiden Gehirnhälften:
 - linke Hemisphäre bei Männern stärker von Atropie betroffen
 - Frauen sind weniger anfällig für altersbedingte Veränderung in mentalen Fähigkeiten.

2. Das Aktivierungs-Organisations-Kontinuum:

Bei Effekten von Hormonen auf das Gehirn werden unterschieden:

- ➔ **organisierende Effekte:** treten früh in der Entwicklung auf, wirken sich auf die Organisation des Gehirns aus; beeinflussen Veränderungen der Gehirnstruktur und dauerhafte Verhaltensänderungen
- ➔ **aktivierende Effekte:** treten später im Leben auf, bewirken Aktivierung von bestehenden Gehirnstrukturen

ABER: **Übergang ist eher fließend**, d.h. auch im späteren Alter können sich Gehirnstrukturen noch verändern (vgl. jüngste Forschungsergebnisse)

3. Umwelteinflüsse auf das Gehirn:

Neuronale Strukturen können sich auch **als Antwort auf Umgebungsereignisse verändern** -> oft ist es schwierig zu unterscheiden, was auf biologische und was auf Umwelteinflüsse zurückgeht.

Strukturelle und funktionale Unterschiede der Gehirnanatomie lassen sich auf verschiedene Umwelterfahrungen zurückführen und bestimmen ihrerseits, welche Umweltbedingungen eine Person auswählt.

Einige Ergebnisse:

- ➔ **Intellektuell anregende Umgebung** („rich environment“) bewirkt neuronales Wachstum im Gehirn bzw. **Ausbildung von neuen Verbindungen zwischen Neuronen** (Greeough et al., 1987)
- ➔ **Umweltbedingungen** (z.B. Dauerstress, Drogengebrauch, Hunger) bewirken **Ausschüttung von Hormonen**, die wiederum **auf die Entwicklung des Gehirns wirken**
- ➔ **Umweltbedingungen, die Gehirn beeinflussen sind** z.B.: häusliche Umgebung, Komplikationen bei der Geburt, rauchende Mutter, geografische Region, Veränderungen in Familie, Schulwechsel, Ernährung, Kurzsichtigkeit, Bleibelastung, usw. -> vielfache Kombinationsmöglichkeiten, daher endlos viele Einflussfaktoren auf Gehirn!

BEISPIEL: **Kinder von rauchenden Müttern** sind bei Geburt kleiner -> daher auch kleinere Gehirne [halte ich für Schwachsinn]; geringeres Geburtsgewicht -> spezifische Probleme bei visuell-motorischen und räumlichen Aufgaben

B) KOGNITIVE NEUROLOGIE: BEZIEHUNG ZWISCHEN GEHIRN UND VERHALTEN:

[hier fehlen 2 Buchseiten, nämlich S. 192 und S. 193, die ich beim Kopieren übersehen habe; werden nachgeliefert]

C) DAS AUFGRUND VON GESCHLECHTSUNTERSCHIEDEN „ZWEIGESTALTIGE GEHIRN“:

Betrachtet man Gehirne von Frauen und Männern, so fällt kein so großer Unterschied auf, dass man sofort sagen könnte, welches Gehirn wem gehört.

Mikroskopische Untersuchungen der Gehirnzellen zeigen, dass **Zellen strukturell identisch** sind bis auf das **sichtbare X-Chromosom** (= Barr-Körperchen), in den weiblichen und das **Y-Chromosom** in den männlichen Gehirnzellen (Gersh & Gersh, 1981)

Obwohl es **keine groben anatomischen Unterschiede** gibt, finden sich **dennoch geschlechtsbezogene Unterschiede** im Gehirn:

- weiblicher Zyklus wird durch Vorgänge im Gehirn ausgelöst
- im Mikroskop sichtbarer Unterschied im Hypothalamus von Frauen und Männern

ABER: Diese Unterschiede haben keine Bedeutung für kognitive Fähigkeiten.

⇒ Daher: **Terminus „zweigestaltiges Gehirn“ ist nicht wirklich zutreffend** -> Es gibt zwar wichtige Unterschiede, die sind aber alle subtil und außerdem stecken unsere Kenntnisse darüber noch in den Kinderschuhen.

1. Größe, Gewicht und Komplexität:

Historisches:

- 19. Jhd.: Gehirn von Frauen ist nicht für intellektuelle Arbeit geeignet
- Burnham (1977): Frauen und Schwarze haben kleiner Gehirne mit geringerer Kapazität -> daher: kein Wahlrecht für Frauen und Schwarze
- intellektuelle Fähigkeiten sind schlecht für Gesundheit der Frauen, weil dadurch mehr Blut ins Gehirn strömt, was für Menstruation benötigt würde...

Heute:

- **Frauengehirn ist etwas kleiner als Männergehirn** (bei Geburt um ca. 12 % leichter und um ca. 2 % geringerer Umfang; Jonakowsy, 1989)
 - **Gewicht und Größe des Gehirns korreliert positiv mit Körpergröße**; Männer im Mittel größer als Frauen
 - Es gibt **keinen Beweis, dass größeres Gehirn besser funktioniert** als kleineres Gehirn (sonst müsste ja alle Leute mit großen Hutgrößen besonders klug sein...)
 - **Im Mittel schneiden Frauen und Männer bei IQ-Tests gleich ab** (mal Unterschied zugunsten der Frauen, mal Unterschied zugunsten der Männer, mal kein Unterschied)
- ⇒ **Nicht die Größe des Gehirns ist entscheidend für die kognitiven Fähigkeiten, sondern die Anzahl und Art der Verbindungen zwischen den Neuronen.**

2. Regionale zerebrale Durchblutung:

Gehirn braucht **konstante Versorgung mit mit Sauerstoff angereichertem Blut**, um funktionieren zu können.

Zur Beobachtung der Vorgänge im Gehirn wird oft zerebrale Durchblutung verschiedener Gehirnregionen gemessen.

- ⇒ bei **Frauen fließt Blut schneller** als bei Männern, wenn sie dieselbe kognitive Aufgabe bearbeiten -> damit wird das **geringere Gehirnvolumen kompensiert** (Gur & Gur, 1990)

3. Schlüsselstrukturen im Gehirn:

Die folgenden Gehirnstrukturen sind am Bearbeiten von kognitiven Aufgaben beteiligt; sie unterscheiden sich im Mittel bei Frauen und Männern.

a) Hippocampus:

- entscheidende Gehirnstruktur **für Gedächtnisaufgaben, vor allem wenn räumliches Gedächtnis beteiligt** ist.
- **baut kognitive Landkarten**, die Infos über räumliche Beziehungen enthalten (O'Keefe & Nadel, 1978)
- **essentiell für LZG**; vgl. sehr bekanntes

FALLBEISPIEL über H.M., der an Epilepsie litt und dem in den 50er Jahren Teile des Hippocampus und damit in Verbindung stehender Gehirnareale entfernt wurden -> epileptische Anfälle verschwanden, ABER: H.M. konnte gewisse Langzeiterinnerungen nicht mehr ausbilden

- **bedeutsam für Östrogen-Feedbackschleifen bei Frauen**; wird durch Testosteron beeinflusst
- Gehirnstruktur, die **sich bei Frauen und Männern aufgrund des Geschlechts unterscheidet**:
 - ➔ Studien mit 2 verschiedenen Nager- und 2 verschiedenen Känguru-Arten: bei Arten, wo **Männchen bei Futter- oder Partnersuche weite Strecken zurücklegen, größere Hippocampi** (Gaulin & Fitzgerald, 1989)
 - ➔ Studien mit Ratten: **weibliche Ratten** setzen **im Labyrinth andere Strategien** zur Lösung von Orientierungsproblemen ein; Grund: Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Hippocampi (McEwen, 1997)
 - ➔ Untersuchungen mit MRI (magnetic resonance image) an Patienten in Gehirnochirurgie: wird **rechter Hippocampus entfernt -> Abnahme des visuellen Gedächtnisses** (= räumlich) **bei Frauen**, nicht bei Männern (Trener et al., 1996)

b) **Hypothalamus**:

- bedeutende Gehirnstruktur für **Regulation von zahlreichen biologischen und psychologischen Funktionen**
- **produziert** viele **Hormone oder** Stoffe, die anderswo zur Ausschüttung von Hormonen gebraucht werden (= **Release-Hormone**); z.B. Regulation des weiblichen Zyklus (daher unterschiedliche Struktur bei Frauen und Männern)
- **bedeutsam bei Regulation von Gefühlen**; vom Hypothalamus weg Neuronen in viele andere Gehirnbereiche (z.B. zum frontalen Cortex), daher auch bedeutend für kognitive Aufgaben
- **Größenunterschiede** im Hypothalamus **könnten mit geschlechtstypischen Verhalten korreliert sein**, ohne dieses jedoch direkt zu beeinflussen (vgl. dazu auch weiter oben den einen Nucleus, der bei Burschen wesentlich größer als bei Mädchen ist); ABER: noch zu wenig erforscht

c) **Corpus callosum**:

- besteht aus ca. 200-800 Millionen Nervenfasern und **verbindet die beiden Gehirnhälften miteinander**; ist der größte Nervenstrang im Gehirn und besteht fast nur aus Axonen
- sehr schwierig zu untersuchen wegen seiner unförmigen Gestalt; **Daten darüber gibt es erst seit kurzem aus MRI** (vorher war man auf Autopsien angewiesen)
- Inwiefern Hormone Form und Größe des Corpus callosum beeinflussen, wird vor allem an Tieren untersucht.

- ➔ Erhalten neugeborene Rattenmännchen **Testosteron**, wird ihr **Corpus callosum größer** (= typisch für männliche Ratten), erhalten trächtige Rattenweibchen **Antiandrogen**, dann **kleinere Corpus callosi** bei ihren Rattensöhnen (= typisch für weibliche Ratten) (Denenberg et al., 1988)

⇒ Beweis dafür, dass **Sexualhormone wichtige Rolle bei der Organisation des sich entwickelnden, pränatalen Gehirns** spielen

Ergebnisse von Tierversuchen sind zwar nicht direkt auf Mensch übertragbar, ABER:

- **Untersuchungen an Menschen haben ergeben:**

- ➔ **Geschlechtsunterschied in Form und Volumen** von Teilen des Corpus callosum (bei Frauen ist z.B. das Splenium größer und zwiebel förmiger)
- ➔ Frauen haben im Vergleich zur cranialen Kapazität größere Corpus callosi als Männer, d.h. **bei Frauen** könnten die **beiden Gehirnhälften besser miteinander verbunden** sein, dadurch können **Informationen zwischen den beiden Gehirnhälften mit höherer Geschwindigkeit vermittelt** werden (und das wiederum könnte die **besseren sprachlichen Fähigkeiten von Frauen** erklären, Hines, 1990)

- über das Corpus callosum wird in der Forschung sehr viel gestritten

D) **GESCHLECHTSUNTERSCHIEDE IN DER SPEZIALISIERUNG DER BEIDEN GEHIRNHÄLFEN:**

Geschlechtsunterschiede werden **vor allem in verbalen und visuell-räumlichen Fähigkeiten** gefunden,

- ➔ daher Annahme, dass das mit der **Spezialisierung der beiden Gehirnhälften** auf eine dieser Fähigkeiten zusammenhängt (= **zerebrale Lateralisierung**)

ABER: Dominanz einer Gehirnhälfte bedeuten nicht „entweder verbal oder visuell-räumlich“, sondern es geht um **eine Mehr-oder-weniger-Spezialisierung** in der Fähigkeit, bestimmte Reize zu verarbeiten

Nach neuesten Erkenntnissen können die **verschiedenen kognitiven Aufgaben** (wie z.B. Sprachverstehen oder Sprachproduktion) **von einer der beiden Gehirnhälften schneller bzw. leichter erledigt** werden:

- **Verarbeitung von verbaler Info:**

- ➔ **linke Hemisphäre** ist sehr genau bei Kategorisieren und bei der Auswahl von plausiblen Interpretationen für Sprache, in die Hinweise aus dem Kontext einbezogen werden
- ➔ **rechte Hemisphäre** lässt multiple Interpretationen von Sprache zu, ist eher plump in seiner Fähigkeit, Sprache zu dekodieren (Beeman & Chiarello, 1998)

- **Verarbeitung von räumlicher Info:**
 - ➔ **linke Hemisphäre** ist besser beim Kategorisieren von räumlichen Beziehungen (z.B. oberhalb, unterhalb, innerhalb)
 - ➔ **rechte Hemisphäre** ist besser beim Nutzen von Info über Distanzen und zur Feststellung der exakten Position im Raum (Chabris & Kosslyn, 1998)
- **Rechte Gehirnhälfte** scheint außerdem **mehr auf Verarbeitung von emotionalen Infos spezialisiert** zu sein (Heller et al., 1998)

1. Lateralisation und Händigkeit:

Bevorzugte Hand einer Person ist **Indikator der Lateralisierung bzw. der Hemisphärendominanz:**

- rechte Hemisphäre kontrolliert Bewegungen auf der linken Körperseite
 - linke Hemisphäre kontrolliert Bewegungen auf der rechten Körperseite
- ⇒ **bei Rechtshändern ist motorische Kontrolle in linker Hemisphäre dominant**

ABER: **Händigkeit ist eine Art Kontinuum** -> jeder von uns ist mehr oder weniger Rechts- oder Linkshänder (daher gibt es in der Klasse der Linkshänder auch eine Untergruppe „Nicht-Rechtshänder“, d.s. jene Personen, die manches mit links, manches mit rechts erledigen)

Außerdem sind wir auch:

- **Rechts- bzw. Linksfüßler** (-> mit welchem Fuß steigt man auf einen Käfer)
- **Rechts- bzw. Linksohrler** (-> mit welchem Ohr lauscht man an einer Wand)
- **Rechts- bzw. Linksäugler** (-> mit welchem Auge schaut man durch ein Mikroskop)
- **Rechts- bzw. Linksnasler** (-> mit welchem Nasenloch riecht man an einer Flasche)

⇒ **bevorzugtes Auge, Ohr, Fuß, Nasenloch sind ebensolche Maße der Lateralität**, Forschung konzentriert sich aber auf die Hand

Früher wurde auf Linkshänder sozialer Druck zur Benutzung der rechten Hand ausgeübt [vgl. meine Volksschulzeit, wo Kinder zum Umlernen gezwungen wurden]; **Umlernen funktioniert aber nur beim Schreiben und Essen**, sonst nirgends (Porac & Cohen, 1981)

Einige Ergebnisse aus umfangreicher Literatur zur Händigkeit:

- Prozentsätze bzw. Häufigkeiten:
 - ➔ **höhere Prozentsätze an Linkshändern bei bestimmten Berufsgruppen** (z.B. Architekten, Ingenieure, Mathematiklehrer, Künstler, Astronauten, Schachmeister, Musiker)
 - ➔ **höhere Prozentsätze an Linkshändern bei Dyslexie** und besonders **frühreifen Jugendlichen**
 - ➔ 95 % der Rechtshänder kontrollieren Sprache mit linker Gehirnhälfte; bei Linkshändern: höchster Prozentsatz kontrolliert mit rechter Gehirnhälfte, niedrigerer Prozentsatz mit rechter Gehirnhälfte, niedrigerer Prozentsatz mit beiden Gehirnhälften.
ABER: **Bei Linkshändern ist Prozentsatz, wo rechte Hemisphäre auf Sprache spezialisiert ist, höher** als bei Rechtshändern
- kognitive Unterschiede zwischen Rechts- und Linkshändern:
 - ➔ **Linkshänder** sind:
 - **schlechter bei bestimmten verbalen Aufgaben**
 - **besser bei Aufgaben, die von rechter Hemisphäre dominiert** werden (z.B. räumliche Aufgaben)
 - ➔ **Muster der kognitiven Ergebnisse:**
 - für **Männer** entsprechend denen der **Linkshänder**;
 - für **Frauen** entsprechen denen der **Rechtshänder**
- Einfluss von Hormonen:
 - ➔ Unter **Männern** gibt es **mehr Linkshänder** (Halpern, 1998), auch in anderen Kulturen (z.B. Studie aus Indien)
 - ➔ Unter Frauen, die als Föten DES (= maskulinisierendes Hormon) bekamen, gibt es signifikant weniger Rechtshänder als unter Normalo-Frauen
 - ⇒ **Dominanz einer Gehirnhälfte** für Sprache und **Händigkeit** werden zum Teil **von pränatalen Hormonen bestimmt**.
- Beziehungen zwischen Händigkeit und Wirken von Sexualhormonen:
 - ➔ Studie an ca. 2000 Frauen zwischen 16-25: Linkshänderinnen waren bei Menarche jünger (ca. 12.07 Jahre) als Rechtshänderinnen (ca. 13.32 Jahre) (Nikolosa, et al., 1994)
 - ⇒ Sowohl Händigkeit als auch Beginn der Pubertät werden hormonell über die Achse Hypothalamus-Hypophyse-Gonaden gesteuert
-> Annahme einer **Verbindung zwischen funktionaler Gehirn-asymmetrie und Eintreten der Pubertät**

- **Wechselwirkungen zwischen Geschlecht und Händigkeit** (d.s. rechtshändige Frauen vs. linkshändige Frauen vs. rechtshändige Männer vs. linkshändige Männer); ist alles sehr komplex; abhängig von Art der kognitiven Aufgabe, Alter der VPn, Fähigkeitsniveau, u.a.m.

2. Indikatoren für die Lateralität des Gehirns:

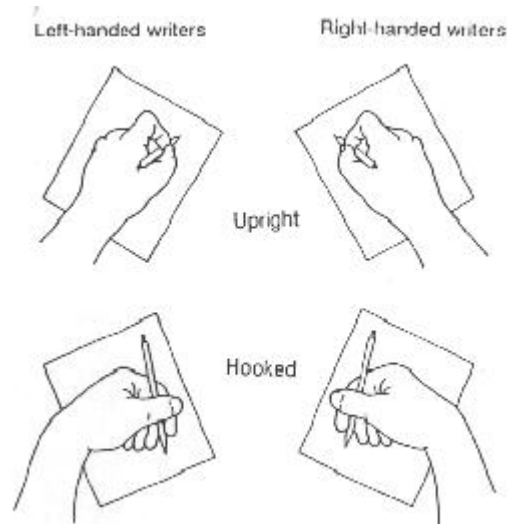
Händigkeit ist ein indirektes **Maß für die Dominanz einer Gehirnhälfte**.

Daneben gibt es viele **andere Indikatoren**, die anzeigen, welche Gehirnhälfte auf eine selektive kognitive Aufgabe spezialisiert ist und ob es Geschlechtsunterschiede in Aufgabe und Hemisphärendominanz gibt.

a) Handhaltung beim Schreiben:

Untersuchung von Levy (1974): 4 Möglichkeiten (siehe dazu Abbildung)

- **Linkshänder mit *aufrechter Handhaltung***
-> rechte Hemisphäre auf Sprache spezialisiert
- Linkshänder mit ***gekrümmter Handhaltung***
-> linke Hemisphäre auf Sprache spezialisiert
- **Rechtshänder mit *aufrechter Handhaltung***
-> linke Hemisphäre auf Sprache spezialisiert
- Rechtshänder mit ***gekrümmter Handhaltung***
-> rechte Hemisphäre auf Sprache spezialisiert (sehr selten!)



(aus Halpern, 2000, S. 205)

b) **Gehirnläsionen**: (z.B. durch operativen Eingriff, Kopfverletzung, Schlaganfall)

Split-Brain Patienten:

Früher bei Epilepsie **Durchtrennung des Corpus callosum**, um Anfälle zu mildern

➔ dadurch können die **beiden Gehirnhälften nicht mehr miteinander kommunizieren**

Split-Brain Patienten können nur mit jeweils einer Gehirnhälfte auf Stimulus reagieren

➔ so kann man Rolle jeder einzelnen Hemisphäre bei Informationsverarbeitung studieren.

1981 **Nobelpreis an Roger Sperry** für seine Arbeit mit solchen Patienten

➔ dadurch wurde klar, dass **jede der beiden Hemisphären auf bestimmte Arten von Info spezialisiert** ist

Schlaganfall-Patienten:

- **weniger Einschränkungen bei Frauen im Verbalbereich, aber mehr Einschränkungen bei visuell-räumlichen Aufgaben**
- insgesamt gilt Folgendes:

Geschlecht	Hemisphäre	Defizite	kognitiver Test
Männer	links	ja	verbal
	rechts	ja	räumlich
Frauen	links	ja	verbal + räumlich
	rechts	nein	weder noch

c) **Indikatoren für Gehirnaktivität:**

Um Gehirnaktivität festzustellen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, eine davon ist

EEG (= Elektroencephalogramm):

- Messung der Gehirnströme durch Ableitung von evozierten Potentialen vom Schädel während kognitive Aufgaben bearbeitet werden.
- Kann schon bei Kleinkindern eingesetzt werden, da keine invasive Methode

BEISPIEL: Shucard et al. (1987): EEG von Kleinkindern, während sie musikalische und verbale Aufgaben bearbeiteten

➔ **rechte Hemisphäre ist bei Buben aktiver** bei Verarbeitung sowohl von Sprache als auch von Musik

➔ **Mädchen zeigen schon früher Muster, die denen von Erwachsenen ähneln**, als Buben

normales Erwachsenenmuster:

- linke Hemisphäre ist aktiver bei verbalem Stimulus
- rechte Hemisphäre ist aktiver bei musikalischem Stimulus

einige Ergebnisse mit EEG bei Erwachsenen:

- Gill & Boyle (1997): EEG während VPn Winkel und Kreise (= **räumliche Aufgabe**) bearbeiteten
 - ➔ **Männer** waren genauer, **Aktivität vor allem im Frontalbereich der rechten Hemisphäre**
 - ➔ **Frauen** zeigten **eher bilateral symmetrische Muster**
- Erwin et al. (1989): Im EEG zeigten sich **bei Frauen sowohl im Ruhezustand als auch bei bestimmten kognitiven Aufgaben höhere Aktivitäten**.

In dieser Studie wurde auch die **regionale cerebrale Durchblutung** gemessen -> **bei Frauen ebenfalls höher**

- Gur (1995): Beschreibung der **Gehirnregionen, wo Geschlechtsunterschiede in Gehirnaktivität auftreten**:
 - ➔ bei **Männern** erhöhter Metabolismus im **Cerebellum** [= Kleinhirn] und in **temporal-limbischer Region**
 - ➔ bei **Frauen** höherer Metabolismus in der **Zingular-Region** [= Teil des limbischen Systems]

d) Interferenz-Aufgaben:

= **2 gleichzeitig auszuführende Aufgaben, bei denen ein- und dieselbe Gehirnhälfte dominiert**; stören einander mehr als 2 gleichzeitig auszuführende Aufgaben, die mit unterschiedlichen Gehirnhälften ausgeführt werden

BEISPIEL: Person muss mit beiden Händen auf Tisch klopfen und dabei verbale Aufgabe (z.B. Anagramme) und räumliche Aufgabe (z.B. Mentale Rotation) bearbeiten

➔ **wenn Verbalaufgabe das Klopfen mit der rechten Hand mehr stört als die räumliche Aufgabe, dann verarbeitet Person verbale Aufgabe mit der linken Hemisphäre**

e) Dichotisches Hören:

- rechtes Ohr sendet an linke Hemisphäre
- linkes Ohr sendet an rechte Hemisphäre

Bei klassischem Laborexperiment bekommt VP **auf beiden Ohren gleichzeitig Unterschiedliches zu hören** (= dichotisches Hören), muss dabei auf bestimmten Stimulus reagieren, z.B. durch Drücken einer Taste.

übliches Ergebnis dabei:

Rechtshänder reagieren genauer

- auf linguistische Stimuli (Buchstaben oder Wörter), wenn sie diese auf dem rechten Ohr hören
- auf Tonsequenzen oder Lärm, wenn sie diese auf dem linken Ohr hören

Grund: **bei Rechtshändern linke Hemisphäre auf Sprache und rechte Hemisphäre auf nicht-sprachliche Aufgaben spezialisiert**
(Bryden, 1986)

Bei dichotischem Hören horchen

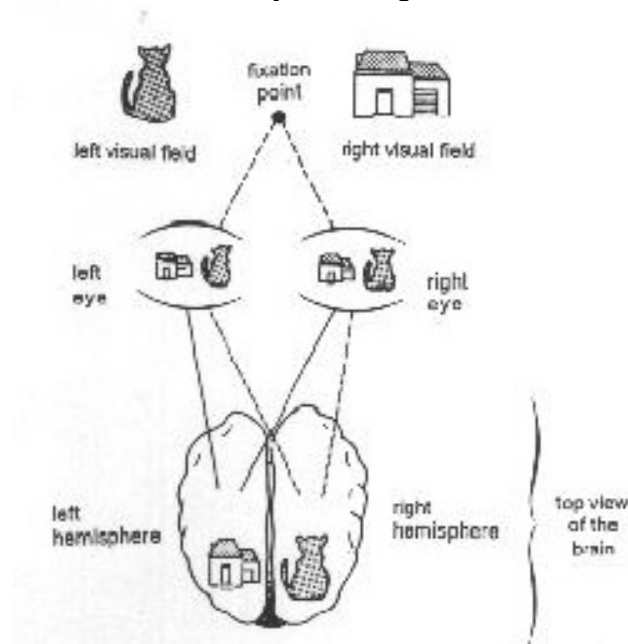
- 82 % der Rechtshänder und
 - 64 % der Linkshänder
- vorzugsweise auf das rechte Ohr.

Bei 81 % der Männer und 74 % der Frauen ist das rechte Ohr das bevorzugte Ohr.

- ➔ **Dominanz der linken Gehirnhälfte ist bei Männern höher** als bei Frauen;
- ➔ **Frauen haben eher bilaterale Organisation ihrer Gehirnfunktionen**, d.h. die beiden Hemisphären sind gemeinsam an Bearbeitung von kognitiven Aufgaben beteiligt

f) geteilte Sehfelder: (siehe dazu Abbildung!)

- Nervenfasern von **linker Hälfte jedes Auges** senden **an linke Hemisphäre**
- Nervenfasern von **rechter Hälfte jedes Auges** senden **an rechte Hemisphäre**



(aus Halpern, 2000, S. 209)

VP muss auf Fixationspunkt schauen (= geradeaus), dann werden ihr links davon (= linkes Sehfeld) und rechts davon (= rechtes Sehfeld) für Sekundenbruchteile visuelle Stimuli gezeigt.

- ➔ Was im **rechten Sehfeld** gezeigt wird, wird **in linker Hemisphäre verarbeitet**,
- ➔ was im **linken Sehfeld** gezeigt wird, wird **in rechter Hemisphäre verarbeitet**

Ergebnisse solcher Experimente bestätigen die Ergebnisse zum Hören (Geschwind, 1974):

- ➔ **rechte Hemisphäre ist für visuell-räumliche Fähigkeiten** wichtig (z.B. Tiefenwahrnehmung, Richtung einer Linie angeben, Lage eines Punktes angeben)
- ➔ **linke Hemisphäre ist für verbale Fähigkeiten** wichtig (z.B. bestimmte Wörter sagen, Wörter und Zahlen erkennen)

Voyer (1996): Metaanalyse von 396 Studien über **Lateralisierung und Geschlechtsunterschiede bei kognitiven Aufgaben**:

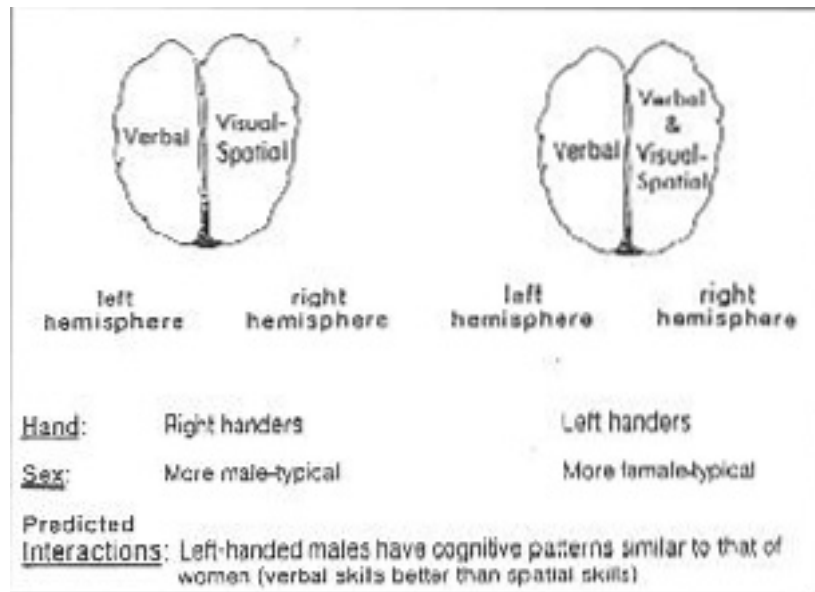
- ➔ **bei Männern stärkere Lateralisierung** (d.h. Dominanz einer Gehirnhälfte) beim Sehen und Hören, d.h. bei Männern arbeiten bei Informationsverarbeitung die beiden Gehirnhälften mehr unanhängig voneinander
- ➔ **bei Frauen stärkere bilaterale Organisation des Gehirns**, d.h. die beiden Gehirnhälften kommunizieren mehr miteinander

3. Theorien zu Geschlechtsunterschieden in der Organisation des Gehirns:

a) Hypothese von der „kognitiven Überfüllung“ (Levy, 1976):

- **Optimal** ist es, wenn eine bestimmte **Fähigkeit auf jeweils eine der beiden Gehirnhälften beschränkt** ist; ist **Lateralisierung** hingegen **schwach oder unvollständig**, dann **wetteifern die beiden Gehirnhälften** bei der Bearbeitung einer Aufgabe, bei der diese Fähigkeit zum Einsatz kommt, miteinander.
- Werden **2 (oder mehrere) kognitive Fähigkeiten** ausschließlich **von einer Gehirnhälfte kontrolliert**, dann gibt es **für die einzelne kognitive Fähigkeit zuwenig „neuronalen Raum“** (-> **kognitive Überfüllung**), um sich optimal entwickeln zu können
 - ➔ Da verbale Fähigkeiten für den Menschen besonders wichtig sind, ist die **räumliche Fähigkeit schlechter ausgeprägt, wenn verbale UND räumliche Fähigkeiten in derselben Hemisphäre** verarbeitet werden.
 - ⇒ Bei Frauen geringere Lateralisierung als bei Männern, **sprachliche Fähigkeiten bei Frauen daher eher bilateral** -> das ist ein **Vorteil für die sprachlichen Fähigkeiten**, weil so **mehr „kortikaler Raum“ für Sprachfunktionen** zur Verfügung steht
 ABER: Bilaterale Repräsentation der verbalen Fähigkeiten beeinflusst die räumlichen Fähigkeiten (aufgrund von „kognitiver Überfüllung“)

Muster der kognitiven Fähigkeiten von **Frauen** sind denen von **linkshändigen Männern** ähnlich, d.h. beide haben ***bilaterale Repräsentation der verbalen Fähigkeiten, dadurch Beeinträchtigung der räumlichen Fähigkeiten***



(aus Halpern, 2000, S. 209)

⇒ **Frauen** haben

- **weniger Lesestörungen** (z.B. Dyslexie),
- **weniger Sprachstörungen** (z.B. Aphasie, Dysphasie, Stottern),
- **weniger Autismus** als Männer;

Grund: Sie können zur verbalen Informationsverarbeitung **BEIDE** Gehirnhälften einsetzen

⇒ Hypothese von der „kognitiven Überfüllung“ gilt **heute** als **allgemein ziemlich anerkannt**.

Jaegger (1998): **Grund für widersprüchliche Ergebnisse in Geschlechtsunterschieds-Forschung zur Lateralisierung:**

Unterschiede in den zur Messung verwendeten Aufgaben

- ➔ Annahme, dass Geschlechtsunterschieden bei schwierigen verbalen Aufgaben (z.B. Grammatik) auftrete, nicht aber bei leichten verbalen Aufgaben (z.B. Lesen)

Ergebnis:

- keine Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der Leistung, ABER:
- bei **schweren Aufgaben höhere Lateralisierung bei Männern** als bei Frauen
- bei **leichten Aufgaben kein Unterschied** hinsichtlich der Lateralisierung

⇒ **Frauengehirn ist stärker bilateral organisiert**, das tritt vor allem bei schwierigen Aufgaben deutlich hervor

Voyer (1996): Metaanalyse über 396 Studien dazu:
⇒ bei **Männern höhere Lateralisierung bei visuellen und auditiven Aufgaben**

b) Auswirkungen der pränatalen Sexualhormone auf die Lateralisierung:

[vgl. dazu Kap. 4: **Theorie von Geschwind und Galaburda (1987)** und Studien dazu; hier nur Wiederholung]

- Pränatale Sexualhormone spielen wichtige Rolle für Gehirnentwicklung; linke Hemisphäre braucht länger zur Entwicklung, daher anfälliger für Risikofaktoren. **Hoher pränataler Testosteronspiegel** -> Verlangsamung des neuronalen Wachstums in der linken Gehirnhälfte; Folge: **Dominanz der rechten Hemisphäre, Linkshändigkeit**. Bei Männern in pränataler Entwicklung mehr Testosteron vorhanden, daher **bei Männern mehr** Dominanz der rechten Gehirnhälfte und mehr Linkshänder.
 - ➔ Bei **Männern** ist **rechte Gehirnhälfte bei Bearbeitung von räumlichen Aufgaben aktiver**
 - ➔ **Linkshänder beiderlei Geschlechts** haben **mehr Testosteron** im Speichel (Moffat & Hampson, 1996)
- Untersuchung des Ausmaßes der **Lateralisierung bei Frauen mit Turner-Syndrom** (solche Frauen haben sehr schlechte räumliche Fähigkeiten)
 - ➔ Frauen mit Turner-Syndrom haben **verminderte Lateralisierung bei kognitiven Aufgaben** (Hines, 1982); **Grund ist nicht völlig geklärt**:
 - hier könnten auch postnatale Hormone Einfluss nehmen,
 - generell niedrige Hormonspiegel aller Sexualhormone bei Turner-Syndrom-Frauen könnten auch schuld sein
- Studien an „**hypogonadalen Männern**“ (= Männer mit **extrem wenig Testosteron**):
 - ➔ solche Männer haben weniger Gehirnasymmetrie für bestimmte Aufgaben als Normalo-Männer, d.h. sie zeigen **weibliche Verhaltensmuster bei Aufgaben, die Lateralisierung untersuchen**.

c) **Hypothese vom Reifungsgrad zu Beginn der Pubertät** (Waber, 1976)

Mädchen sind in 6./7. Schulstufe größer, früher geschlechtsreif, haben früher ausgeprägte sekundäre Geschlechtsmerkmale (Faust, 1977)

⇒ **Geschlechtsunterschiede in Lateralisierung hängen mit Unterschieden im Reifungsprozess zusammen**, d.h. frühere Reife der Mädchen begünstigt verbale Fähigkeiten und wirkt sich ungünstig auf räumliche Fähigkeiten aus.

Dazu **Untersuchung von Waber** (1976)

an Früh- und Spätentwicklern beiderlei Geschlechts zwischen 10-16 Jahren:

- ➔ Frühentwickler waren besser in Verbaltest als in räumlichen Tests (unabhängig vom Geschlecht)
- ➔ Spätentwickler waren besser in räumlichen Tests als in Verbaltests (unabhängig vom Geschlecht)
- ➔ bei dichotischem Hören zeigte sich stärkste Lateralisierung bei Spätentwicklern (unabhängig vom Geschlecht)

Fazit: ° „**Spätreife**“ ist assoziiert mit **guten räumlichen Fähigkeiten** und **hoher Lateralisierung**

° „**Frühreife**“ ist assoziiert mit **guten verbalen Fähigkeiten** und **schwächerer Lateralisierung** (weil Mädchen früher entwickelt sind, fallen sie in diese Gruppe)

weitere Ergebnisse dazu:

- Ray et al. (1981): **positive Korrelation zwischen Alter zu Beginn der Pubertät und Test für räumliche Orientierung** (je älter, desto besser)
- Petersen & Crocket (1985): **Spätentwickler waren besser als Frühentwickler im Embedded Figures Test,**

ABER: **KEIN Unterschied bei mentaler Rotation**, wo normalerweise VOR Adoleszenz große Geschlechtsunterschiede auftreten!

Kritik:

- Diese Hypothese kann **Geschlechtsunterschiede in der Kindheit** (z.B. in mentaler Rotation) **NICHT erklären**
- sehr **geringe Effektstärken**
- Geschlechtsunterschiede gehen vermutlich **eher auf psychosoziale Faktoren** zurück (siehe Kap. 6)

d) Geschlecht, Lateralisation und kognitive Fähigkeiten:

Bei allen Streitereien sind sich Forscher einig, dass Geschlechtsunterschiede im Gehirn wesentlich subtiler und komplexer sind als Geschlechtsunterschiede in den Genitalien.

2 Meinungen:

- Geschlechtsunterschiede INNERHALB jeder der beiden Hemisphären
- Geschlechtsunterschiede ZWISCHEN den beiden Hemisphären

⇒ vermutlich haben beide recht

Dazu **Untersuchungen** an großer Stichprobe von **PatientInnen mit Gehirnläsion in einer der beiden Hemisphären** (Kimura 1987-1999):

- ➔ ***Sprachareale*** in der linken Hemisphäre (Frontalregion) sind bei **Frauen kompakter, straffer organisiert**, bei Männern nicht so straff organisiert, sondern eher diffus und verstreuter angeordnet.
- ➔ dasselbe ***gilt für jene Gehirnbereiche, die für Handgeschicklichkeit zuständig*** sind
- ➔ ***Frontalregionen in linker Gehirnhälfte*** sind ***bei weiblichen Föten in den ersten 6 Schwangerschaftsmonaten größer***
- ➔ ***Gehirne von Personen mit Dyslexie¹ sind symmetrischer organisiert und kleiner*** als Gehirne von „Normalos“ (Hynd & Semrud-Clikeman, 1990)
- ➔ Manche Forscher nehmen an, dass es ***Geschlechtsunterschiede in kortikaler Organisation der vorderen und hinteren Regionen in jeder Gehirnhälfte*** geben könnte (Levy & Heller, 1992)

Theorien zu Geschlechtsunterschieden in cerebralen Strukturen:

(Zusammenfassung)

1) Geschlechtsunterschiede in Lateralisierung:

- **Frauengehirne** sind hinsichtlich der kognitiven Funktionen **symmetrischer organisiert (d.h. bilateral)**; **Männergehirne** sind **asymmetrischer organisiert (d.h. höhere Lateralisierung)**; dafür Bestätigung durch Metaanalyse von Voyer für Sehen und Hören
- In **Frauengehirnen** sind verbale Fähigkeiten eher in beiden Hemisphären repräsentiert, d.h.: **links Sprache, rechts Sprache + räumliche Fähigkeiten**; in **Männergehirnen** **links Sprache, rechts räumliche Fähigkeiten** (-> Theorie von der kognitiven Überfüllung)
- Geschlechtsunterschiede in Lateralisierung gehen auf **Wirkung von prä- und perinatalen Hormonen** zurück: **bei Männern** bewirken hohe Hormonspiegel **langsames Wachstum der linken Hemisphäre**, Folge: **höhere Dominanz der rechten Hemisphäre, mehr Linkshänder**

¹ für Dyslexie „zuständig“ sind Regionen im linken Temporallappen und im Scheitelpol des okzipitalen Cortex (-> phonologische Kodierung, auditive Wahrnehmung, Sprachverständnis)

- Grad der Reife zu Beginn der Pubertät beeinflusst Geschlechtsunterschiede in Lateralisierung: **bei Frühentwicklern weniger Lateralisierung als bei Spätentwicklern** (aber: damit können Geschlechtsunterschiede in Kindheit nicht erklärt werden, daher eher falsch)

2) Geschlechtsunterschiede innerhalb der einzelnen Hemisphären:

- bei **Frauen** sind **Funktionen in einzelnen Gehirnhälften straffer organisiert** (d.h. Zellen mehr verbunden, Regionen kompakter), bei Männern eher diffusere Organisation

3) Größe des Corpus callosum:

- bei **Frauen** ist **hinterer Teil des Corpus callosum größer und zwiebelartiger**
- Größe des Corpus callosum dürfte **durch prä- und perinatale Hormone bestimmt** werden
- **Frauengehirne** sind **besser dazu geeignet, beide Gehirnhälften bei Bearbeitung von kognitiven Aufgaben zu verwenden**

E) EVOLUTIONÄRER DRUCK:

Evolutionstheorie nimmt an, dass sich Entwicklung des menschlichen Gehirns zu seinem heutigen Zustand im Zuge der Anpassung an die Umwelt vollzogen hat; d.h. **Geschlechtsunterschiede** werden als **Ergebnis eines Evolutionsprozesses** verstanden.

BEISPIELE: Studie mit den 2 Nager-Arten, wo Männchen, die bei Futter- und/oder Partnersuche weite Strecken zurücklegen müssen, größere Hippocampi haben (Gaulin, 1995)

Überlegungen zu frühen Jäger-Sammler-Gesellschaften:

- Männer mussten auf Jagd weite Strecken zurücklegen, brauchten daher bessere räumliche Fähigkeiten
- Frauen waren Sammler und zogen auch deshalb weniger umher, weil sie Kinder kriegen und aufziehen mussten (Buss, 1995)
- Frauen entwickelten besseres Ortsgedächtnis, weil sie sich Stellen merken mussten, wo sie bestimmte Beeren, etc. gefunden hatten (Eals & Silverman, 1994)

Unter der Annahme, dass Geschlechtsunterschiede auf Evolutionsprozesse zurückgehen dann sind:

- **Geschlechtsunterschiede in primären kognitiven Fähigkeiten kulturübergreifend**
- **Geschlechtsunterschiede in sekundären kognitiven Fähigkeiten** (z.B. Lesen, Schreiben) **nicht kulturübergreifend** (sekundäre kognitive Fähigkeiten finden sich nur in technologisch fortgeschrittenen Gesellschaften)

Halperns Meinung dazu:

- Es ist **problematisch** solche **Beziehungen zwischen geschlechtsbezogenen Aufgaben in Jäger-Sammler-Gesellschaften und heute bekannten Geschlechtsunterschieden im menschlichen Gehirn herzustellen**, weil man letztlich ALLES als Vor- bzw. Nachteil in Jäger-Sammler-Gesellschaft interpretieren kann...
- **Anhänger der Evolutionstheorien neigen dazu, Tatsachen zu ignorieren** (z.B. Frauen mussten beim Sammeln ebenso weite Strecken zurücklegen, für Körbeflechten braucht man ausgesprochen gute räumliche Fähigkeiten)

Das Was – Wo – System:

Mit Evolutionstheorie in Einklang ist Trennung der visuellen Info in Feststellung

- **WAS ist ein Objekt** und
- **WO ist das Objekt**

⇒ Diese 2 Aufgaben werden **neuronal unterschiedlich verarbeitet**; Beweis dafür durch EEG, das zeigt, dass 2 unterschiedliche Gehirnregionen aktiv sind; ABER: Forschungen zu Geschlechtsunterschieden stehen hier noch aus.

F) SEXUELLE ORIENTIERUNG UND DAS GEHIRN:

Forschung zu sexueller Orientierung und ihrem Zusammenhang mit Kognition **vergleicht bislang meist Homosexuelle mit Hetero-Männern und Frauen** (hier aber keine Unterscheidung nach sexueller Orientierung). Derzeit gibt es erst **sehr wenige Studien über Lesbierinnen**;

Gründe:

- es gibt weniger Lesbierinnen als Homosexuelle
- Frauen deklarieren ihre sexuelle Orientierung erst später im Leben als Männer
- Lesbischsein ist weniger biologisch bedingt als Homosexualität

Ergebnisse von Studien mit Homosexuellen:

- ➔ Beim Werfen auf ein Ziel und anderen **räumlichen Aufgaben** (z.B. mentale Rotation) schneiden **Hetero-Männer im Mittel am besten und Frauen am schlechtesten ab, Homosexuelle liegen dazwischen**. In manchen Studien KEINE signifikanten Unterschiede zwischen Homosexuellen und Frauen; es gibt aber auch Studien, bei denen das genaue Gegenteil herauskommt...
- ➔ **Bei Homosexuellen ist der Verbal-IQ höher** (= typischer für Frauen als für Männer)
- ➔ Unter **Homosexuellen** gibt es **mehr Linkshänder** als unter Hetero-Männern; wenn Händigkeit ein Anzeichen der Dominanz der rechten Gehirnhälfte ist, dann ist **bei Homosexuellen Lateralisierung für kognitive Aufgaben höher** als bei Heteros (d.h. ihre Gehirne sind spezialisierter)

[ABER: ALLES was über Testosteron und Gehirnentwicklung gesagt wurde und wird, passt da überhaupt nicht dazu!!! Demnach müssten Homosexuelle ja wesentlich mehr pränatales Testosteron haben, sie haben aber WENIGER, siehe unten!!! Hier widerspricht sich Halpern mehrmals aber schon gewaltig!!!]

→ **pränataler Stress** bewirkt **Verringerung der Testosteronausschüttung**, die für Gehirnentwicklung in dieser Phase kritisch ist; niedriger Testosteronspiegel könnte bewirken, dass **POA** (= eine winzige Gehirnstruktur, siehe weiter oben) unvollständig maskulinisiert wird und daher **bei Homosexuellen dadurch kleiner** ist als bei Hetero-Männern (was als bewiesen gilt)

→ **Homosexuelle beschäftigen sich in ihrer Kindheit in signifikant höherem Ausmaß** als Hetero-Männer **mit Mädchenspielen** (z.B. Puppen, Verkleiden) **und meiden wilde Bubenspiele** (Green et al., 1987). Im Mittel machen Homosexuelle **dadurch mehr frauentypische Kindheits-erfahrungen**

Fazit: **Gehirnstrukturen und -funktionen sind Ergebnis eines Zusammenspiels zwischen biologischen und Umwelteinflüssen**, die unmöglich so auseinanderdividiert werden können, dass man exakt angeben kann, was auf was beruht...

G) KRITIK AN DEN BIOLOGISCHEN THEORIEN:

1. Wechselwirkungen zwischen Biologie und Umwelt:

Generelle Ansicht, dass **Männer besser in räumlichen Fähigkeiten sind, weil sie höhere Lateralisierung haben**,

ABER: Es könnte auch sein, dass das einfach darauf beruht, weil sich **Männer eben einfach mehr mit räumlichen Aufgaben beschäftigen** als Frauen und **dadurch Lateralisierung stärker** ausgeprägt wird [durch Beschäftigung mit irgendwas bilden sich ja bekanntlich Verschaltungen im Gehirn dafür aus]

BEISPIEL: Mit kleinen Mädchen wird signifikant mehr gesprochen als mit Buben und sie werden auch mehr zum richtigen Schreiben und Sprechen aufgefordert.

⇒ spezielle **Fähigkeiten** könnten auch **dadurch besser entwickelt** sein, **weil sie durch Umwelt mehr gefördert** wurden

BEISPIEL: weil Männer aus biologischen Gründen besser in räumlichen Aufgaben sind, beschäftigen sie sich lieber damit. Sie bekommen daher auch mehr Spielzeug, das diese Fähigkeiten fördert. Dadurch werden sie in räumlichen Aufgaben noch besser (und umgekehrt)

@ sogenanntes „Rätsel des 20. Jahrhunderts“:

- Beobachtung in den letzten beiden Generationen: **Mädchen menstruieren früher als ihre Mütter**, und diese wiederum früher als ihre Mütter (Frisch, 1983)
Grund = unbekannt; mehrere Erklärungen dafür, wie z.B. Ernährung, Hygiene; Pestizide in Umwelt, die wie Hormone wirken, Änderungen in Arbeitswelt, usw.
- vgl. dazu Waber (1977): **Frühere sexuelle Reife** bedeutet **höhere bilaterale Organisation des Gehirns**

⇒ **Das würde nun Folgendes bedeuten:** Im Laufe des 20. Jahrhunderts werden Frauen bei räumlichen Aufgaben immer schlechter...

ABER: **Genau das Gegenteil ist der Fall**, Studien zeigen, dass Frauen besser geworden sind.

2. Mathematische Fähigkeiten:

Ergebnis vieler Studien:

- Mädchen sind in jungen Jahren besser im Rechnen
- Buben sind besser in logisch-mathematischem Schließen

ABER: Diese Unterschiede können nicht durch Geschlechtsunterschiede im Gehirn erklärt werden. Es ist außerdem **sehr schwer, mathematische Fähigkeiten im Gehirn zu lokalisieren**, weil manche Aufgaben vorwiegend sprachlichen, andere (z.B. Geometrie) vorwiegend räumlichen Charakter haben

Bekannt ist:

- **Akalkulie** tritt meist **bei Gehirnläsion in linker Hemisphäre** auf, Dyskalkulie geht oft mit Dyslexie einher (Spiess, 1977)
- **Gehirnläsion in rechter Hemisphäre** kann **Probleme beim Entwickeln von räumlichen Beziehungen** verursachen

Fazit: **Für Mathematik braucht man wahrscheinlich BEIDE Gehirnhälften**, Theorien über Lateralisierung helfen hier nicht beim Verständnis von Geschlechtsunterschieden!

3. Die Vorstellung von der optimalen zerebralen Organisation, der optimalen Hormonkonzentration und der optimalen genetischen Konfiguration:

Komplexe kognitive Aufgaben sind multidimensional

- ➔ daher **kann es** so etwas wie optimale zerebrale Organisation, optimale Hormonkonzentration und optimale genetische Konfiguration dafür **NICHT geben!**

4. Intervenierende Variablen:

- Bei Männern höhere pränatale Testosteronspiegel, daher bessere räumliche Fähigkeiten, aber auch Tendenz zu höherer **habituellem Aktiviertheit** (vgl. Aggressivität),
ABER: höhere Aktiviertheit könnte zur Ausbildung besserer räumlicher Fähigkeiten beitragen, weil sich Person dadurch mehr im Raum bewegt
- Frühentwickler haben schlechtere räumliche Fähigkeiten als Spätentwickler (Waber, 1977), ABER: Frühentwickler haben auch andere **soziale Umgebung** (nehmen vielleicht Mathematikunterricht nicht so ernst wie Spätentwickler)
- **Körperbau:**
 - Bei **Frauen mit Turner-Syndrom**, die sehr unweiblichen Körperbau haben, ist nachgewiesen, dass sie **bewusst und unbewusst dazu tendieren, weibliche Züge zu übertreiben**.
 - Ähnliches bei **Männern mit unterentwickelten Hoden** (Grund: minimaler Testosteronspiegel) -> **kompensieren ihren eher weiblichen Körperbau durch männliches Verhalten** (Cowley, 1982)

5. Unterschiede und Defizite:

Weisstein (1987): „Die Biologie wird immer gegen die Frauen eingesetzt“.

ABER:

- **Geschlechtsunterschiede sind NICHT Synonyme für Sexismus**, sondern eine Tatsache; daran, dass Männer bessere räumliche Fähigkeiten und Frauen bessere verbale Fähigkeiten haben ist nichts Männer- und/oder Frauenfeindliches!
- Außerdem gibt es **zwischen den Geschlechtern wesentlich mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede**
- **Unterschiede sind nicht gleichbedeutend mit Defiziten!** Man kann NICHT sagen, was generell „besser“ ist: verbale oder räumliche Fähigkeiten, this depends...