

Gender-Forschung zur Mediatisierung der Neurowissenschaften

Sigrid Schmitz¹

Einleitung

Das Projekt „GERDA – the *gendered digital brain atlas*“² dient der Herstellung eines WWW-basierten, frei zugänglichen Informationssystems in englischer Sprache zu „Geschlecht und Gehirn“, das den Anforderungen von „Gender Studies“ gerecht wird. Es wird in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen InformatikerInnen und BiologInnen am Institut für Informatik und Gesellschaft der Universität Freiburg (IIG) entwickelt.

Das Ziel unserer Arbeit ist es, der Naturalisierung von Geschlechterunterschieden in der gesellschaftlichen Debatte entgegen zu wirken. Hierzu soll die Bereitstellung von Informationen zu Struktur, Funktion und Entwicklung des Gehirns sowie zu Gender-Aspekten in diesen Zusammenhängen dienen. Empirische Befunde aus Brain Imaging Studien werden aufbereitet, verwaltet und solchermaßen zu Verfügung gestellt, dass die Bewertung der Befunde, ihre Widersprüchlichkeit und ihre Einbindung in theoretische Konzepte und Interpretationszusammenhänge (nature-nurture-Diskurs) auf NutzerInnen-Seite zu erkennen ist. Unser projektüberschreitendes Ziel ist die Dekonstruktion des neurowissenschaftlichen wie auch des informatischen Objektivitätsmythos, verstanden als die Annahme der prinzipiellen Erreichbarkeit einer eindeutigen Korrespondenz zwischen formaler Repräsentation und Realität.

Neurowissenschaftliche Informationssysteme – Chancen und Grenzen

Aktuelle Schwerpunkte der neurowissenschaftlichen Forschung betreffen Fragen, ob und wie strukturell-funktionelle Zusammenhänge im Gehirn kognitive Leistungen des Menschen erklären können. Die explosionsartige Zunahme von Publikationen in unterschiedlichen Disziplinen (Neurobiologie, Neuropsychologie, Neuroradiologie etc.) und ein enormes Anwachsen der zugrunde liegenden Datenmengen (u. a. Bilddaten des Brain Imaging, Parameter aus Verhaltens- und Leistungstests) stellen Forschungsgruppen dieser Disziplinen vor die Problematik, den Überblick über die aktuelle Befundlage zu ihrem Forschungsgebiet zu behalten. Mit Hilfe der Informationstechnologien sollen daher Hirnatlanten und Datenbanken dieses Informationsmanagement unterstützen (Koslow 2000). Bekanntestes Beispiel für ein solches Informationssystem ist das vom National Institute of Health (USA) 1993 gegründete *Human Brain Project* (HBP, http://192.26.252.144/HBP_html/), mit dessen Hilfe über Datennetze und Hirnatlanten ein schneller Zugriff auf Informationen über das menschliche Gehirn und menschliches Verhalten bereit gestellt werden soll.³

Was können solche Informationssysteme leisten, welche Vorteile, aber auch welche Einschränkungen und Gefahren bergen sie? Die informationstechnische Realisierung bringt ihre eigenen Konstruktionen mit sich, u.a. durch die bei der Formalisierung notwendige Abstraktion (Generalisierung und Dekontextualisierung) und Wissensstrukturierung. Die Frage stellt sich, was die informationstechnisch gestützten Präsentationen mit dem neurobiologischen Wissen machen und wie auch Außenfaktoren auf

¹ Mein Dank an Eva Schletz und Karin Kleinn für kritisch-konstruktive Kommentare.

² Der weibliche Namen wurde gewählt, da wir unsere Gehirnbilder aus Datensätzen eines individuellen weiblichen Gehirns speisen. Er soll gleichzeitig als Akronym die wesentlichen Begriffe (Gender, Digital, Brain, Atlas) dienen.

³ In Europa wurde ein analoges Projekt, der ECHBD („European Computerized Human Brain Database“), seit 1996 mit EU-Mitteln gefördert.

die Entwicklung eines solchen Informationssystems Einfluss nehmen (u.a. Berechnungsverfahren, Normierungen, wertgeleitete Auswahl des Wissens nach bestimmten Kriterien, Umgang mit Widersprüchen und unterschiedlichen Erklärungskonzepten). Ich betrachte im folgenden diese Frage auf drei Ebenen: der computergrafischen Bildbearbeitung von Brain Imaging-Daten, der Erstellung von Hypertext-Systemen und der Konzeption von Datenbanken.

Die modernen Methoden des *Brain Imaging* (Magnet-Resonanz-Imaging, MRI, funktionelles Magnet-Resonanz-Imaging, fMRI, und Positron-Emissions-Tomographie, PET) verhelfen zu einer Verbildlichung von Hirnstrukturen und der Aktivierung in spezifischen Hirnarealen bei definierten Aufgaben. Digitale Hirnatlanten (wie sie auch im HBP verwendet werden) verfolgen das Ziel, mit Hilfe von Standardisierungsalgorithmen (mathematisch und statistisch) die Daten verschiedener Individuen und verschiedener Modalitäten (Anatomie, funktionelle Aktivierung, Mikrostruktur) in einem Koordinatensystem zu integrieren und in einheitlichen Bildern zu repräsentieren. Die Vorteile eines solchen Verfahrens liegen auf der Hand: Datenaustausch zwischen verschiedenen Laboratorien, Vergleiche zwischen Individuen, Gruppen und Modalitäten, Zusammenhangsanalysen zwischen Strukturen und Funktionen. Gleichzeitig birgt dieses Vorgehen aber auch Gefahren der Determination und einer scheinbaren Objektivität der Wissensrepräsentation, welche die Variabilität, die zeitliche Dynamik und auch Widersprüche der zugrundeliegenden Befunde verschleiert (Übersicht in Masanneck 2001).

Individuelle Datensätze der computertomographischen Analyse müssen auf ein Standardgehirn (ein Template) „angepasst“ werden. Welches ist der Standard? Bisher haben alle Hirnatlanten ein individuelles Gehirn als Grundlage genommen, allerdings beileibe nicht dasselbe. Das HBP benutzt als Standardform das Talairach-System, ein dreidimensionales Koordinaten-Schema, das auf der Grundlage eines weiblichen Gehirns entwickelt wurde (ohne dass diese Tatsache jedoch Erwähnung findet). Die Wissenschaftler des ECHBD nutzen ein männliches Gehirn als Referenzsystem, das nach ihrer Aussage die repräsentativste Standardform mit den geringsten Abweichungen von allen Gehirnen darstellt (Roland/Zilles 1996). Die Problematik der Kompatibilität und des Atlantenvergleichs ist hier nicht zuletzt vor der sensiblen Gender-Thematik (s.u.) kritisch zu betrachten.

Die Anpassung neuer Datensätze an einen Standardatlas erfordert Verzerrungen über sogenannte Waring-Algorithmus. Die Auswahl der Algorithmen ist bis heute nicht einheitlich festgelegt, sondern erfolgt nach Beurteilung der jeweiligen „Konstrukteure“. Somit gehen in diese Auswahl spezifische Kontexte und Motivationen ein, die dem Produkt nicht mehr anzusehen sind. Interindividuelle Variationen sollen in wahrscheinlichkeitsbasierten oder Variabilitätsatlanten verbildlicht werden. Hier werden im Konstruktionsprozess Entscheidung getroffen, welche Variation innerhalb, welche außerhalb der „Normvariabilität“ liegt. Die Nutzung statistischer Ausschlussverfahren verbirgt, dass in die Normbestimmung auch Definitionen von Krankheit, von Variation etc. eingehen, die weniger objektiven Maßstäben, denn kulturellen Setzungen entsprechen..

Verbildlichung birgt also Gefahren der Determinierung und verzerrender Normierung. Als weiterer Aspekt stellt die Repräsentation zeitlicher Dynamik von Struktur und Funktion des Gehirns ein noch nicht gelöstes Problem von Hirnatlanten dar. Jeder Atlas kann nur eine Momentaufnahme darstellen, gewissermaßen den Status Quo zu einem spezifischen Zeitpunkt verbildlichen. Gleichzeitig misst die aktuelle neurowissenschaftliche Forschung der Plastizität von Hirnstrukturen und der erfahrungsabhängigen Dynamik des Hirn-Netzwerkes eine enorme Bedeutung bei. Das Gehirn ist weder in seiner Feinstruktur (Verschaltung) noch in seinen Aktivierungsmustern festgelegt. Es gewinnt seine spezifische Funktionalität erst im Laufe seiner Entwicklung durch Anpassung seiner Netzwerkeigenschaften an den individuell spezifischen, externen Input und die jeweiligen Anforderungen, die an dieses System gestellt werden (vgl. Schmitz 1999a). Demzufolge ist dem

Einfluss von Erfahrung, von Lernen, von sozialer und kulturell bedingter Prägung auf biologische Hirnstruktur und –funktion immer Rechnung zu tragen.

Ein Lösungsansatz zur Verminderung bildlich verursachter Determination ist die Hinzunahme von textuellen Wissensanteilen in Form von *Hypertexten*.

Ein Hypertext in Web-Präsentation ist allerdings kein Buch, in dem der/die Autor/in seine/ihre Argumentationskette entwickeln, auf Widersprüche hinweisen und unterschiedliche Einsprüche bearbeiten kann. Das kann zur Präsentation eines komplexen Sachzusammenhangs, wie z.B. der Gender-Thematik unter Einbezug verschiedener Theoriekonzepte (von genetischer Determination bis hin zur kulturellen Konstruktion) zunächst problematisch erscheinen. Denn die Lesegewohnheiten der Web-NutzerInnen lassen keine langen Ausführungen zu, die Präsentation soll kurz, prägnant und übersichtlich sein. Ein solcher Hypertext besitzt eine nicht-lineare Netz-Struktur, die sorgfältig auszuwählen ist.

Gleichzeitig kann diese Problematik aber auch als Chance begriffen werden. Auch in GERDA werden wir nicht frei davon sein, unsere „Sicht der Dinge“ eingehen zu lassen. In einer Textpublikation wie der vorliegenden ist das offensichtlich. Ein Hypertext bietet nun zumindest prinzipiell die Möglichkeit, Module zur Verfügung zu stellen, mit denen die Nutzer selbständig kombinieren könnten und damit selbständig ein Bewertungsschema z.T. konträrer Konzepte entwickeln können. Letztendlich kann kein Hypertext Verzerrungen allein schon durch die Auswahl der Wissensfragmente vermeiden. Mit der Offenlegung dieser Einflüsse und über eine zumindest teilweise freie Kombinierbarkeit der Wissensfragmente kann allerdings zumindest die kritische Meinungsbildung und der Diskurs i. S. von Crutzen (2000) angeregt werden.

Im Gegensatz zu den schon weit fortgeschrittenen Gen- und Protein-Datenbanken steht die neuroinformatische *Datenbank-Konstruktion* und die zugrunde liegende Wissensmodellierung aus mehreren Gründen noch am Anfang. Die zu verwaltenden Datensätze sind komplexer und beinhalten anatomische, funktionelle, physiologische und Verhaltensparameter in unterschiedlichen Formaten und zeitlichen Bezügen (z. B. Entwicklungsveränderungen). Die Abhängigkeit der Befunde von experimentell-methodischen Variationen ist ungleich größer als in der Gen-Protein-Klassifizierung (Koslow 2000).

Die Komplexität beruht u. a. auf uneinheitlichen neurowissenschaftlichen Nomenklaturen (Chicurel 2000), welche die Entwicklung neuer Klassifikationen (strukturell und funktionell), inklusive der Entwicklung statistischer Tools zu ihrer Beurteilung (Young/Scannell 2000) erfordern. Gleichzeitig muss ein solches hierarchisches Klassifikationssystem offen bleiben für die Implementierung neuer Kategorien, die sich in der Forschungsentwicklung abzeichnen. Neben der Formalisierungsproblematik textueller Information werden als aktuelle Aufgaben des Datenbank-Entwurfs auch die Verwaltung speicherintensiver Datensätze (z.B. Neuroimaging-Daten von 10-100 Gigabyte) bei gleichzeitig schnellem Zugriff (Client-Server-Aufteilung), die Kompatibilität von Daten untereinander und die Transparenz von Forschungsergebnissen gesehen (eine ausführliche Behandlung dieses Themas findet sich bei Schmitz (2001).

Entscheidend für die Qualität solcher Datenbanken erscheint Stephen Koslow, eng assoziiert mit dem HBP, die Erstellung von Auswahl- und Validitätskriterien auf der Befundebene, die dann zur Integration in bestehende Konzepte, zu evtl. notwendigen Konzeptveränderungen und zur Formulierung neuer Forschungshypothesen führen sollen (Koslow 2000). Ein wichtiger Aspekt wird allerdings bis heute weitgehend ignoriert: In der neurowissenschaftlichen Forschung gibt es, wie in

anderen Disziplinen auch, nicht nur ein Konzept, sondern mehrere⁴. Insbesondere für die Gender-Thematik kann ein entsprechender Datenbank-Entwurf nur erfolgreich sein, wenn *unterschiedliche Interpretationszusammenhänge und Konzeptbezüge* mit erfasst werden. All diese bestehen jedoch aus textuellen Informationen, die kaum bis gar nicht formalisierbar sind.

Eng verbunden ist die Frage, wie eigenständig NutzerInnen *Bewertungskriterien* entwickeln können und sollen (Chicurel 2000, OHBM 2001). Verschiedene Ansätze setzen die Bewertungsmöglichkeiten stärker auf Server- oder Clientseite. Das Informationssystem SenseLab (<http://ycmi.med.yale.edu/senselab>) hebt widersprüchliche Daten und Befunde durch Annotationen hervor und verweist die NutzerInnen auf die Primärliteratur. Das Datenbanksystem NeuroScholar (http://www-hbp.usc.edu/Projects/neuroScholar_Connx.htm) erlaubt dagegen den NutzerInnen durch die Auswahl von Filtern die Studien zu gewichten. Andere Systeme lassen die NutzerInnen Voraussagemodelle entwickeln (z.B. zur Vernetzung eines Neurons mit anderen), die dann anhand der Daten aus der Datenbank auf Widersprüche überprüft werden und somit die weitere Hypothesenauswahl unterstützen (z.B. die GENESIS-Datenbank <http://www.bbb.caltech.edu/hbp>).

Je unterschiedlicher die Datengrundlage ist, um so problematischer wird die Bewertung. Das System BrainMap (<http://ric.uthscsa.edu/projects/brainmap.html>) verbindet Daten aus Verhaltenstests mit Hirnbefunden und erlaubt den NutzerInnen, Studien nach Referenz-Stichwörtern, Leistungstest-Kriterien, Lokations-Kriterien und methodischen Parametern auszuwählen. Es liefert daraufhin eine Zusammenstellung der relevanten Daten einzelner Studien. Allerdings bietet das System selber keine Bewertungs-Tools zur Evaluation von Widersprüchen in der Befundlage,

Gender in neurowissenschaftlichen Informationssystemen

In Hirnatlanten (HBP, ECHBD) wird der Geschlechteraspekt bisher explizit kaum behandelt (im Human Brain Project nur in Zusammenhang mit den Krankheiten der Schizophrenie und der Epilepsie). Gender ist aber implizit immer eingebettet und das in einer sehr verzerrten Form.

Hirnatlanten – wie auch vielfach neurowissenschaftliche Lehrbücher – benutzen zur Verbildlichung von Grundprinzipien des menschlichen Gehirns häufig Darstellungen, die mit männlichen Konturen umgeben sind (z.B. eine Computeranimation zu zentralnervösen Aktivierungsprofilen bei einer Handbewegung: <http://hendrix.imm.dtu.dk/movies/moviehome.html>). Diese Verbildlichung wird als das normale menschliche Gehirn präsentiert. Das weibliche Gehirn kommt nicht vor. Gleichzeitig werden in den öffentlichen Medien Forschungsergebnisse zu Geschlechterdifferenzen im Gehirn häufig zur Bestätigung von Vorurteilen über Fähigkeits- oder Verhaltensunterschiede zwischen Frauen und Männern, also zum „Gendering“ benutzt. Damit erleben alte und neue Mythen der Geschlechterstereotype eine deutliche Renaissance, indem sie insbesondere auf genetische Determinationen und Prädispositionen bzw. hormonelle Wirkungen zurückgeführt werden (GeoWissen 2000). Dieser Zusammenhang zwischen normative Präsentation der männlichen Darstellung und biologisch-determinierender Polarisierung von Geschlecht in der „öffentlichen Diskussion“ birgt implizit eine besondere Wertung, der männliche Pol ist die Norm, der weibliche ist die Abnorm.

Aus diesem Widerspruch ergeben sich für den Aufbau unseres Informationssystems zu Geschlecht und Gehirn bestimmte Aufgaben und Problematiken. Wie kann der explizite Einbezug von Geschlecht erfolgen, ohne in der computergrafischen Verbildlichung und/oder in der informationstechnischen Wissenspräsentation mit Hilfe von Hypertexten und Datenbanken in den Kanon der Naturalisierung von Geschlechterunterschieden einzufallen oder in die oben beschriebene Wertungsfalle zu tappen?

⁴ Das Human Brain Projekt fokussiert eingegrenzt auf Gen-Verhaltens-Bezüge, wohingegen in der aktuellen neurowissenschaftlichen Forschung plastizitätsbezogene Ansätze im Mittelpunkt stehen, die den Auswirkungen externer Einflüsse auf Struktur- und Funktionsbeziehungen im Gehirn besondere Bedeutung zumessen.

Die Verankerung von GERDA innerhalb der feministischen Forschung bedeutet primär, Wissenschaft nicht als neutralen Erkenntnisprozess zu betrachten, sondern als gesellschaftlich-kulturelles Unternehmen, in dem Forschende, Forschungsprozesse und Forschungsergebnisse in die jeweiligen kulturellen Wertvorstellungen eingebunden sind. Das bedeutet, dass auch die Präsentation von Wissen ebensolchen Verzerrungen unterliegt. Empirische Befunde sind nicht per se ob ihrer Empirie objektiv, ihre Genese entstammt immer einem bestimmten theoretischen Kontext und Interpretationszusammenhang, welcher die Methodik, Auswertung, Befunddarstellung und deren Interpretation beeinflusst.

Mit der Einbettung von Gehirndifferenzierung und strukturell-funktionellen Grundlagen in ein komplexes Wirkungsgefüge umweltoffener Plastizität in körperlichen Strukturen (Schmitz 1999a) betrachten wir „Geschlecht“ nicht mehr unter der Trennungskategorie sex/gender, sondern in seiner Gesamtheit biologischer, psycho-sozialer und erfahrungsabhängiger Aspekte. Körperliche Entität wird ebenso als Ursache wie als Ergebnis von Verkörperungen externer Erfahrungen gewertet. Konstruktion wird körperliche Realität (zur aktuellen ‘embodiment’-Diskussion vgl. Fausto-Sterling 2001, Schmitz/Schinzel 2001). Wechselwirkungen zwischen diesen Aspekten stehen bei allen Fragen der kontingenten Gewordenheit von Geschlechterunterschieden im Gehirn im Mittelpunkt. Daher geht es nicht darum, anatomische und physiologische Verankerungen von Geschlecht im Gehirn zu negieren, sondern vielmehr darum, deren zeitabhängige Entstehung vor dem Hintergrund der umweltoffenen und dynamischen Hirnplastizität zugänglich zu machen und damit den Konstruktionen von Geschlecht in Gehirnstruktur und -funktion Rechnung zu tragen.

Die von uns angestrebte Realisierung eines solchen Informationssystems im Internet, das zwischen allgemeinverständlicher und differenzierter Darstellung vermitteln soll, macht die Ergebnisse der kritischen Bearbeitung öffentlich zugänglich und stellt damit ein Korrektiv zu Prozessen der unreflektierten Naturalisierung von Geschlecht dar. Es dekonstruiert den Mythos von der Natur des im Gehirn verankerten Geschlechts, indem es die vielfältigen Möglichkeiten aufzeigt, wie sich biologische Strukturen bzw. Funktionen und erfahrungsbedingte sowie kulturelle Faktoren gegenseitig beeinflussen, verändern oder auch stabilisieren.

Beispiel

Zur Verdeutlichung der inhaltlichen und methodischen Anforderungen an GERDA sollen beispielhaft zwei Studien aus dem Bereich „Geschlecht, Gehirn und Sprache“ betrachtet werden (ausführlich in Schmitz/Schinzel 2001).

Geschlechterstereotype Zuschreibungen besserer Sprachfähigkeiten von Frauen sind differenziert zu betrachten. In der Gesamtheit sprachlicher Testkategorien sind die Effekte gering (Halpern 1997) und weisen im Verlauf der Jahre eine Reduktion in Meta-Analysen auf (Hyde/Linn 1988). Bessere Testergebnisse von Frauen finden sich z.B. in der Verarbeitung und Reproduktion phonologischer (Reim-) Erkennung und semantischer (Inhalts-) Kategorisierung sowie im Wortfluss. Dagegen sind Befunde zum Leseverständnis, zur Analogiebildung und zum Wortschatz widersprüchlich.

Bei rechtshändigen Personen ist eine Dominanz der Sprachverarbeitung in der linken Gehirnhälfte allgemein festzustellen. Die Frage ist, wie stark sich solche Asymmetrien (Lateralitätseffekte) im Geschlechtervergleich abbilden und ob die derzeitige ‚Mainstream‘-Hypothese einer stärkeren Asymmetrie der Sprachverarbeitung bei Männern gegenüber einer stärkeren Bilateralität bei Frauen haltbar ist.

Bei der Literaturrecherche, ob in populärwissenschaftlichen Zeitschriften oder in Hirn-Datenbanken im Internet (z.B. in Brain-Map, s.o.) stoßen wir unter dem Stichwort Gender und Sprache (bis heute) fast ausschließlich auf ein Zitat. Shaywitz und MitarbeiterInnen (Shaywitz et al. 1995) fanden in *phonologischen Sprachaufgaben* (Reimerkennung) mit Hilfe von fMRI bei insgesamt 19 männlichen

Probanden eine stärkere linksseitige Aktivierung im vorderen Hirnlappen (das hier angesprochene Broca-Areal ist prominent an der Sprachverarbeitung beteiligt), dagegen bei 11 von 19 Frauen eine ausgeprägtere beidseitige Aktivierung. Allerdings zeigt die ausführliche Dokumentation der Studie keine entsprechenden Leistungsunterschiede in den Sprachtests (Pugh et al. 1996). Obwohl also Aktivierungsunterschiede und Testergebnisse nicht übereinstimmen, wird diese Studie weitläufig als erster Beleg für stärkere Bilateralität der generellen (!) Sprachverarbeitung bei Frauen gegenüber Männern herausgestellt, wobei häufig weder auf das untersuchte Kortexareal noch auf den spezifischen Sprachtest eingegangen wird. Dies ist umso erstaunlicher, da funktionelle Brain Imaging-Studien gerade die Zusammenhänge zwischen Hirnstruktur/-funktion und kognitiven Leistungen erklären sollen. Kaum zitiert werden dagegen Studien, die zwar deutlich methodische Effekte (z.B. Testart, Testreihenfolge), aber keine Geschlechtereffekte in sprachlichen Aktivierungsmustern feststellten (Buckner et al. 1995; Price et al. 1996).

Julie Frost und Co-AutorInnen (Frost et al. 1999) untersuchten die Gehirne von 100 Personen (Gesamt-Hirn-Scans unter fMRI von 50 Frauen und 50 Männern) in einem auditiven Test zur *semantischen Kategorisierung*. Es konnten keine Geschlechterunterschiede in den Sprachleistungen festgestellt werden. Die Auswertung der Hirnaktivierung in der Wort-Kategorisierung zeigte ein ganzes Netzwerk von assoziierten Hirnarealen in der linken Hirnhälfte auf, das frontale, temporale und parietale Areale einbezog. Weder eine zufällige Aufteilung der Versuchspersonen in zwei Gruppen noch die Gruppenunterteilung nach Geschlecht ermittelte Unterschiede in der Aktivierungsasymmetrie der untersuchten Hirnareale. Julie Frost kommt in der Diskussion ihrer Resultate im Vergleich mit anderen Studien, inklusive der von Shaywitz et al. (1995) zu dem Ergebnis:

„Taken as a whole, this literature does not provide strong evidence for sex differences in the large-scale neural organization of language functions. If present, these differences are likely to be small in comparison with the degree of similarity in language system organization between men and women“ (Frost et al. 1999:206).

Durch dieses Resümee wird deutlich, dass allgemeine Schlussfolgerungen aus einzelnen Studien auf die generelle Sprachfähigkeit nicht zu ziehen sind. Vielmehr gilt es, Erkenntnisse aus der Widersprüchlichkeit der aktuellen Befundlage zu ziehen (z.B. zur Areal-Klassifizierung, Versuchspersonenanzahl, Testspezifika, etc.). Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Eigenheiten und Einschränkungen einzelner empirischer Arbeiten klassifiziert und der vergleichenden Analyse sowie der Validitäts-Bewertung zugänglich gemacht werden.

Konzeption von GERDA

Wie können nun solche Informationen in GERDA einbezogen werden, ohne dass ihre Widersprüchlichkeit verloren geht. Die kritische Analyse muss hier folgende Fragen beantworten können: Welche Geschlechterunterschiede auf der Fähigkeitsebene werden angenommen? Welche Hirnstrukturen werden in den Fokus der Recherche genommen (und welche nicht)? Wie werden Fähigkeitstests mit funktionellen Hirnanalysen kombiniert? Welche Schlussfolgerungen werden aus den Ergebnissen hinsichtlich natürlicher oder erworbener Fähigkeiten gezogen? Wird die Ebene der Plastizität der Hirnentwicklung einbezogen? Welche Studien werden in der wissenschaftlichen Debatte wie häufig herangezogen bzw. welche Befunde werden ignoriert und wie werden diese Studien im nature-nurture-Diskurs zu Geschlecht und Gehirn eingesetzt?

Eine objektgeleitete Datenbank-Modellierung empirischer Befunde muss mehrere Klassen einbeziehen:

- genaue Lokalisation und Zuordnung der untersuchten Hirnareale (strukturell und funktionell);

- Klassifikation kognitiver Leistungstests nach spezifischen Funktionsaspekten (im gewählten Beispiel die Kategorisierung von Sprachsubtests nach phonologischer, semantischer, orthographischer, lexikalischer etc. Analyse);
- Einteilung methodischer Parameter sowohl bezogen auf die neurowissenschaftliche Analyse (Brain Imaging-Parameter, etc.) als auch auf die Leistungstests;
- Anzahl und Geschlechterverhältnisse der Probanden;
- adäquate Darstellung der Resultate mit statistischen Angaben (z.B. auch zur Effektstärke!);
- Einbezug verschiedener Interpretationskonzepte, die durch die Befundlage gestützt werden sollen, incl. der Rezeptionspraxis.

Analog dem beschriebenen Beispiel soll GERDA die aktuelle Befundlage der geschlechtsbezogenen Hirnforschung in verschiedenen thematischen Wissensbereichen ('Geschlecht und Kortikale Asymmetrie', 'Geschlecht und Sprache', 'Geschlecht und Raum', 'Geschlecht und Motorik', 'Hormone, Geschlecht und Gehirn') aufarbeiten und darstellen. Diese Themen nehmen in der aktuellen Diskussion um Gender-Aspekte in Verhalten, kognitiven Leistungen und den zugrunde liegenden Hirnstrukturen/-funktionen breiten Raum ein. Befunde und Gegenbefunde sollen auf ihre methodische Validität hin sichtbar werden und es sollen ggf. Verzerrungen in Vorausannahmen und Interpretationen von Forschungsergebnissen aufgezeigt werden. Der unhinterfragten Determination von Geschlechterunterschieden wird hiermit eine reflektierte Darstellung von Differenzen, Übereinstimmungen und interindividueller Variabilität gegenüber gestellt. Mit einer Erweiterung auch auf nicht-biologische Studien und Theorien orientiert sich GERDA erstmalig umfassend an der für die Gender Studies wichtigen Frage, inwieweit sich neben und mit sozio-kulturellen Faktoren Geschlecht im Gehirn anatomisch und/oder funktionell abbildet.

Das System kombiniert eine objekt-relationale Datenbank mit einem Hypertext-System: Die GERDA_Datenbank kategorisiert und verwaltet empirische Studien der Geschlechterforschung zum Gehirn. GERDA_Hypertext stellt detaillierte Hintergrundinformationen für die NutzerInnen über das Gehirn, sowie Übersichten und kritische Reviews zu den angesprochenen Aspekten von Geschlecht und Gehirn zur Verfügung.

Die GERDA_Datenbank enthält Informationen in mehreren Kategorien (bibliografische, demografische und methodische Daten der Studien ebenso wie die untersuchten Hirnregionen und Hirnfunktionen, die Ergebnisse und die Schlussfolgerungen der Studien im Detail und in der Übersicht). Hierdurch soll die Datenbank den NutzerInnen Übersicht bzw. schnellen Zugriff auf aktuelle Forschungsergebnisse erlauben sowie Widersprüche in der Befundlage aufdecken und gleichzeitig die Möglichkeit geben, die Validität der Befunde sowie ihre Einbindung in bestimmte theoretische Konzepte und Interpretationszusammenhänge erkennen und kritisch zu beurteilen. Der Datenbankentwurf wird offen gestaltet, um die Einbindung weiterer Topics in der interdisziplinären Diskussion zu ermöglichen.

GERDA_Hypertext enthält Hirnbilder (Ansichten, Schnittbilder) und Animationen eines einzelnen weiblichen Gehirns. Die Ausgangsdaten zur Visualisierung dieses Gehirns erhalten wir über die Kooperation mit dem C. & O. Vogt Institut für Hirnforschung der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf sowie dem Institut für Medizin im Forschungszentrum Jülich (Professor Dr. Karl Zilles und PD Dr. Katrin Amunts). Aus diesen Daten werden dann – mittels geeigneter Techniken – WWW-fähige, interaktive Grafiken zur Navigation und weiteren Recherche erzeugt.

Mit Hilfe dieser Hirnbilder wird eine Navigation durch das Gehirn ermöglicht und es werden detailliertere und weiterführende Informationstexte verlinkt. Damit stellt das Hypertext-System Grundwissen zur Entwicklung, zur Makro- und Mikrostruktur, zur Funktion und Physiologie sowie zur Dynamik und Plastizität des Gehirns zur Verfügung. Zusammenfassungen und kritischer Übersichten zu verschiedenen Aspekten von Geschlecht und Gehirn ermöglichen einen Einblick in die

Vielfältigkeit, Komplexität, die Präsentation und das Wissensmanagement über wissenschaftliche und/oder populäre Medien zu Gehirn und Geschlecht. Dabei wird stets zu klären sein, wie eine bildliche Präsentation von Befunden so zu gestalten ist, dass Bilder die gewünschte Information einerseits in prägnanter Form wiedergeben, andererseits aber Geschlechterunterschiede möglichst nicht festschreiben, sondern – im Gegenteil – den BetrachterInnen gerade die große Variationsbreite des menschlichen Gehirns in all seinen Facetten verdeutlichen.

NutzerInnen können auf zwei kombinierbare Arten nach Informationen suchen können (hybrides System): (a) durch *Navigation* im Hypertext, der durch Grafiken eines weiblichen Gehirns ergänzt wird, und (b) durch gezielte Formulierung von Anfragen (*Retrieval*) an die Datenbank. Dabei sollen beide Möglichkeiten eine einheitliche Thesaurus-Struktur nutzen, durch die inhaltliche Beziehungen zwischen Suchbegriffen festgelegt werden. Der Thesaurus erlaubt außerdem eine einheitliche Indizierung von Texten und Grafiken. Dies bietet die Möglichkeit, Grafiken durch Texte zu ergänzen und damit der Gefahr vorzubeugen, dass Geschlechterunterschiede durch ihre grafische Darstellung als determiniert verstanden werden. Auf der informatischen Seite soll dabei die Verwaltung von weniger formalisiertem Wissen (in Form von Hypertexten), mehr formalisiertem Wissen (in Form des Thesaurus) und stark formalisiertem Wissen (in Form von Datenbanktabellen) der Komplexität der Fragestellung gerecht werden.

Die Datenbank und das Hypertext-System werden interaktiv verlinkt, so dass einerseits ein schneller Zugriff auf Basiswissen bzw. kritische Übersichten ausgehend von der Datenbank und andererseits ein Einstieg in den Anfragemodus der Datenbank aus dem Hypertext-System ermöglicht wird, um zu bestimmten Wissensgebieten empirische Studien einzusehen.

Nicht zuletzt sollen bei allen Implementierungen geschlechtsspezifische Navigationsstrategien berücksichtigt werden. Stärkere Präferenzen für landmarkenorientierte Strategien bei Frauen, wie sie im öffentlichen Raum mehrfach nachgewiesen wurden (Schmitz1999b), stellten sich erstmals in einer Untersuchung von Sharon McDonald und Linda Spencer (McDonald/Spencer 2000) auch in Bezug auf Web-Navigationen heraus.

Die Usability und Evaluation von GERDA kann nur und soll kontinuierlich im interdisziplinären Dialog erfolgen. Wir fordern daher alle Interessierten auf, am Wachsen und Gedeihen von GERDA aktiv teilzunehmen. Wir wollen mit GERDA Ende 2001 die ersten Schritte im Internet wagen.

Referenzen

- Buckner, R./M. Raichle/S. Petersen (1995): Dissociation of human prefrontal cortical areas across different speech production tasks and gender groups. In: *Journal of Neurophysiology* 74. pp. 2163-2173.
- Crutzen, C. (2000): *Interactie, en wereld von verschillien. Een visie op informatica vanuit genderstudies*. Open Universitat Niederlande, Heerlen.
- Chicurel, M. (2000): Databasing the brain. *Nature* 406: 822-825.
- Fausto-Sterling, Anne (2001): *Sexing the Body*. Basic Books, N. Y.
- Frost, J./J. Binder/J. Springer/T. Hammeke/P. Bellgowan/S. Rao/R. Cox (1999): Language processing is strongly left lateralized in both sexes. Evidence from functional MRI. In: *Brain* 122. pp. 199-208.
- GEO Wissen (2000): *Frau & Mann. Alte Mythen. Neue Rollen*. In: *GeoWissen* 26.
- Halpern, D.F. (1997): Sex differences in intelligence: Implications for education. *American Psychologist* 52: 1091-1102.
- Hyde, J.S./Linn, M.C. (1988): Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 104: 53-69.
- Koslow, S.H. (2000): Should the neuroscience community make a paradigm shift to sharing primary data? In: *NatureNeuroscience* 3. pp. 863-865.
- Masannek, C. (2001): Das Human Brain Project – Hirnforschung im 21. Jahrhundert. In: *Möglichkeiten und Grenzen der Informatik am Beispiel der Präsentation neurowissenschaftlicher Erkenntnisse*. Ed. B. Schinzel. Freiburger Universitatsblatter (in Vorb.).
- McDonald, S./Spencer, L. (2000): Gender differences in Web navigation. In: *Women, Work and Computerization*. Eds. E. Balka/R. Smith. Kluwer, Boston, pp. 174-182.

FiFF-Kommunikation 3/01, 36-41.

OHBM: The Governing Council of the Organization of Human Brain Mapping (2001): Neuroimaging Databases. *Science* 292, 1-4.

Price, C./C. Moore/K. Friston (1996): Getting sex into perspective. In: *NeuroImage* 3. p. 586.

Pugh, K./B. Shaywitz/S. Shaywitz/R. Constable/P. Skudlarski/R. Fulbright/R. Bronen/D. Shankweiler/L. Katz/J. Fletcher/J. Gore (1996): Cerebral organization of component processes in reading. In: *Brain* 119. pp. 1221-1238.

Roland, P.E./K. Zilles (1996): The developing European Computerized Human Brain Database for all imaging modalities. In: *NeuroImage* 4. pp. 39-47.

Schmitz, S. (1999a): Geschlechterdifferenzen im Zentralen Nervensystem zwischen Determination und Dynamik. In: *Geschlechterdifferenzen im Zentralen Nervensystem und ihre graphische Repräsentation und Wissensdarstellung*. Eds. B. Schinzel/E. Schletz. IIG Berichte 1/99, Universität Freiburg. pp. 26-43.

Schmitz, S. (1999b): Gender differences in the acquisition of environmental knowledge related to wayfinding behavior, spatial anxiety and self-estimated environmental competencies. *Sex Roles* 41, 71-93.

Schmitz, S. (2001): Informationssysteme zu neurobiologischem Wissen – Chancen und Grenzen. In: *Interdisziplinäre Informatik: Möglichkeiten und Probleme für die Darstellung und Integration komplexer Strukturen in verschiedenen Feldern der Neurologie*. Ed. B. Schinzel. Freiburger Universitätsblätter (in press).

Schmitz, S./Schinzel, B. (2001): Female Brain Atlas. An information system on brain research for reviewing and deconstructing gender differences. In: *The Nature of Gender, the Gender of Nature*. Tagungsband zum Symposium des Zif, Westdeutscher Verlag (accepted)

Shaywitz, B./S. Shaywitz/K. Pugh/R. Constable/P. Skudlarski/R. Fulbright/R. Bronen/J. Fletcher/D. Shankweiler/L. Katz/J. Gore (1995): Sex differences in the functional organization of the brain for language. In: *Nature* 373. pp. 607-609.

Young, M.P./Scannell, J.W. (2000): Brain structure-function relationships: advances from neuroinformatics. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 355. pp. 3-6.