

## **Hirnforschung und Geschlecht: Eine kritische Analyse im Rahmen der Genderforschung in den Naturwissenschaften**

Sigrid Schmitz

### **Überblick**

Ziel dieses Beitrages ist es, einen Einblick in die eigenständigen Entwicklungen und *Dimensionen der Genderforschung in den Naturwissenschaften* zu geben, ihre spezifischen Ansätze und Methoden, aber auch ihre Verbindungen zur gesellschafts- und kulturwissenschaftlichen Genderforschung aufzuzeigen.

Aus meiner Erfahrung lassen sich diese Dimensionen am besten an einem Forschungsgebiet vertiefen, in dem über Geschlecht explizit gearbeitet wird. Die *Hirnforschung* steht derzeit nicht nur ganz oben auf der wissenschaftlichen Popularitätsskala, sondern sie versucht auch über die populärwissenschaftliche Verbreitung in Science-Magazinen und über das Internet, nahezu alle unsere Verhaltensweisen, unsere Fähigkeiten und Einstellungen, unser Denken, unser Tun und Lassen zu erklären. Sie genießt derzeit eine solche Popularität, weil sie mit neuen Methoden den Blick ins Gehirn verspricht. Mit Hilfe des Brain-Imaging werden computertomografische Daten in Bilder umgesetzt, um Hirnstrukturen und Aktivierungsmuster im Gehirn zu visualisieren. Aber was zeigen solche Bilder wirklich? Was wollen sie uns vermitteln? Oder genereller gefragt: Wie beeinflusst die informationstechnische Bearbeitung unsere Vorstellungen über das Gehirn, seine Struktur, seine Funktionen, und deren Erklärungsgehalt für Verhaltensausrägungen?

Unter dem Fokus "*Geschlecht-Sprache-Gehirn*" möchte ich einige sehr widersprüchliche Befunde aus diesem Forschungsbereich aufarbeiten und aufzeigen wo die methodischen und theoretischen Kritikpunkte an diesen Untersuchungen von Seiten der Genderforschung ansetzen.

Mit unserem Projekt *GERDA - the gendered digital brain atlas*, einem in der Entwicklung befindlichen Informationssystem zu Geschlecht und Gehirn, möchte ich Ansätze aufzeigen, die im Sinne der Genderforschung die angesprochenen Aspekte den kritischen NutzerInnen zugänglich machen können.

## Dimensionen der Genderforschung in den Naturwissenschaften

Genderforschung in den Naturwissenschaften ist wesentlich mehr als die klassische Geschlechterdifferenzforschung, die in verschiedenen biomedizinischen Disziplinen seit jeher auf die Aufdeckung von Unterschieden zwischen Frauen und Männern fokussiert. Sie ist eine Analysekategorie, die sich kritisch mit der Historie, der Forschungspraxis, der Theoriebildung und den wechselseitigen Einflüssen zwischen den Wissenschaftsdisziplinen befasst.<sup>1</sup> Einen Einstieg bieten die von Evelyn Fox Keller (1995a, 80) klassifizierten drei Dimensionen dieser Analysekategorie:

- Women in Science (Frauen in den Naturwissenschaften),
- Science of Gender (biologisch-medizinische Konstruktion von Geschlechterdifferenzen),
- Gender in Science (Geschlechterideologie in wissenschaftlicher Methodik und Theoriebildung).

Schon aus den Bezeichnungen wird deutlich, dass wir uns von der ersten zur dritten Dimension von der wissenschaftsimmanenten auf eine meta-analytische Ebene begeben. Diese Kategorisierung soll nicht darüber hinweg täuschen, dass alle drei Dimensionen untereinander eng verflochten sind (Vgl. Heinsohn 1998; Orland/Rössler 1995).

Die Dimension *Women in Science* fragt: Wo waren und sind Frauen in den Naturwissenschaften gestern und heute? Wo arbeiten sie, wie forschen sie, wie verlaufen ihre Lebens- und Karrierewege? Solche historisch-bibliografischen Recherchen haben nicht nur den oft verleugneten Anteil von Frauen in der Geschichte naturwissenschaftlicher Forschung aufgezeigt, sie machen auch traditionelle und aktuelle, strukturelle und symbolische Barrieren für Frauen in diesen Fächern sichtbar.

Margaret Alic (1987) und Renate Strohmeier (1998) zeichnen die Fülle von naturwissenschaftlichen Frauenleben von der Antike bis hin zu Porträts von

---

<sup>1</sup> Insbesondere der wissenschaftskritische Aspekt der Genderforschung scheint für die permanente Ablehnung seitens naturwissenschaftlicher Fächer verantwortlich zu sein, denn gerade der kritische Blick auf die Naturwissenschaft als konstruktives Unternehmen stellt den inhärenten Objektivitätsmythos in Frage.

Nobelpreisträgerinnen der Neuzeit (Vgl. Fölsing 1993; Kerner 1992) nach. Sie zeigen die gesellschaftlich-kulturellen Bedingungen auf, in denen Frauen zu verschiedenen Zeiten mehr oder weniger an der Scientific Community teilnehmen konnten, ihnen mehr oder weniger Denkvermögen zugestanden wurde und sie mehr oder weniger Zugang zu Wissen und Lernmöglichkeiten hatten (Vgl. Schiebinger 1993). Waren eine ganze Reihe dieser Frauen auch zu ihren Lebzeiten anerkannte Wissenschaftlerinnen, gingen sie doch ebenso häufig aus der Geschichtsschreibung verloren.<sup>2</sup>

Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Dimension ist die Analyse aktueller Anteile von Frauen auf verschiedenen Ebenen der wissenschaftlichen Institutionen (Vgl. Jansen 1991, Götschel/Heinsohn 2000). Im bundesdeutschen Biologiestudium liegt der Anteil von Frauen über 50%. Über 35% der Promovierten und 9% der Habilitierten sind Frauen. Dagegen hat sich die 5%-Hürde bei den Professorinnen seit den 80er Jahren nicht verändert (Statistisches Bundesamt 2001). Die Schere klafft also immer noch beim Übergang vom Studium in die wissenschaftliche Karriere auf. Und immer noch steht das Hauptargument "Kinder und Küche" für den Ausschluss von Frauen an vorderster Stelle. Dabei deuten Motivationsunterschiede, wenn überhaupt, in die andere Richtung. In einer Erhebung an der Universität Marburg Anfang der 90er Jahre erreichten 36% der promovierten Frauen diese Qualifikation über eine Stelle im universitären Mittelbau, dagegen 52% der Männer. Dies bedeutet, dass sogar mehr Frauen ohne feste finanzielle Absicherung (also über Stipendien oder Eigenfinanzierung) promovieren.

Aktuelle Brisanz hat diese Dimension erneut mit der Analyse von Christine Wennerås und Agnes World (1997) erfahren. Das Hauptkriterium in der schwedischen Nachwuchsförderung für die Auswahl zur Projektfinanzierung ist der Publikationsimpakt (Wertung der Publikationen nach Zeitschrift und Erstautor). Die Analyse dekonstruiert dieses angeblich geschlechtsneutrale Kriterium, denn der gleiche Impakt-Faktor führte bei weiblichen Bewerbern zu geringeren Einstufungen.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> z. T. wurden diese Frauen nachträglich in der historischen Rezeption ignoriert, z. T. wurden ihre Namen geändert und ihre Erkenntnisse als von Männern publiziert gehandelt.

<sup>3</sup> Diese Unterschiede waren beileibe nicht kleinlich: für die Höchstdotierung auf der Auswahlliste müsste eine Frau (wohlgerne eine Nachwuchswissenschaftlerin) 3 Artikel in Nature bzw. Science oder 20 Publikationen in gut dotierten Journals mehr (!) aufweisen als ein männlicher Bewerber.

Die zweite Dimension *Science of Gender* beschäftigt sich mit denjenigen Wissenschaften und ihren Theorien, welche die Kategorie Geschlecht explizit behandeln und Differenzen zwischen Frauen und Männern zu erklären suchen. Geschlechterforschung im Bereich der Biologie und der Medizin war in der Forschungshistorie (und ist es vorwiegend auch heute noch) Geschlechterdifferenzforschung, die zumeist die männliche Gruppe als Referenz nimmt (Vgl. Schiebinger 1999).

Den naturwissenschaftlichen Konzepten zufolge spiegelt das Geschlecht 'Sex' biologische Differenzen wieder. Die soziobiologische Zirkelschlusspraxis benutzt Begriffe menschlichen Verhaltens (die in ihrer gesellschaftspolitischen und kulturellen Dimension eine spezifische Bedeutung haben), belegt tierisches Verhalten mit derselben Begrifflichkeit, rekurriert dann auf Einzelbeispiele aus dem Tierreich und erklärt damit dieses spezifische Verhalten als natürlich und biologisch verankert. Damit werden durch eine unreflektierte zirkuläre Naturalisierung die Annahme biologisch determinierter Entwicklungsprozesse und damit auch Implikationen auf die Ausbildung der Geschlechtscharaktere des Menschen unterstützt. Eklatantes Beispiel ist der Vergewaltigungsdiskurs, in dem der Begriff der Vergewaltigung (mit spezieller Bedeutung in der menschlichen Gesellschaft) unhinterfragt ins Tierreich übernommen wurde (am Beispiel von Enten und Kotfliegen) und rückwirkend als natürliche Fortpflanzungsstrategie definiert wurde. Besonders eklatant ist dieses Beispiel deswegen, weil dieselbe Argumentation, obschon längst widerlegt (Vgl. Fausto-Sterling 1988), in der aufstrebenden evolutionären Psychologie der letzten Jahre wiederbelebt wurde.

Analysen der Dimension *Science of Gender* haben androgene Verzerrungen, Ausschlüsse weiblicher Perspektiven und die häufig unreflektierte Naturalisierung von Geschlechterunterschieden in der Primatenforschung (u. a. Haraway 1989a)<sup>4</sup>, in der

---

<sup>4</sup> Sie haben den Blick auf die Aktivität der weiblichen Tiere in Primatensozietäten gelenkt, die bis dato gar nicht der Analyse Wert befunden wurden, es sei denn als passive Sexualpartnerinnen der dominanten Männchen. Die weiblichen Tiere erlauben sich sehr wohl eine eigene Wahl, wer der Vater ihres Nachwuchses wird. Die moderne genetische Analyse belegt, dass ein Teil der Nachkommen nicht den Pascha der Gruppe, sondern andere Affenmännchen zum Vater hat. Nicht nur die Primatenforschung befindet sich seitdem in einem Paradigmenwechsel. ‚Female choice‘ ist das neue Modewort in der verhaltensanalytischen Literatur – wenn auch nicht immer zum Nutzen der Genderforschung.

Verhaltensforschung und der Hirnforschung (u. a. Bleier 1984; Fausto-Sterling 1988; Kien 1999), der Entwicklungsbiologie, der Endokrinologie sowie der Soziobiologie (u. a. Fausto Sterling 1989; Haraway 1989b; Fausto-Sterling 2000) und Evolutionsforschung (u. a. Longino/Doell 1993; Tanner 1994; Schmitz 2002a) offengelegt. Sie stellen Fragen nach den methodischen Regeln der Analyse und der Interpretation der Ergebnisse, kritisieren unzulässige Übertragungen von Tieren auf den Menschen sowie Verallgemeinerungen aus Einzelbeispielen auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten.

Bis heute führen männliche Konturen in wissenschaftlichen Zeichnungen über biologisch-medizinische Grundlagen zur Normierung des männlichen unter Ignoranz des weiblichen Aspekts. Gleichzeitig erleben wir eine Renaissance der Biologismen zur Erklärung von Geschlechterunterschieden in unserer Entwicklung, unserem Verhalten, unseren Leistungen und unserer sexuellen Orientierung, gepuscht von der Soziobiologie und evolutionären Psychologie. Dieser tabuisierte Widerspruch – einerseits die *männliche Normierung*, andererseits die *essentialistischen Erklärungen von Sex-Unterschieden* – macht das weibliche Geschlecht implizit zum Mangelgeschlecht. Populärwissenschaftliche Science Magazine schwimmen derzeit ganz oben auf dieser Welle des wieder erstarkten Naturalismus.<sup>5</sup> Als Ergebnis werden heute wieder – ungeachtet der vorhandenen Gegenbefunde und der ausgewiesenen Kritik – Geschlechterzuschreibungen und Geschlechterbeziehungen auch in der menschlichen Gesellschaft als natürliche Ordnungen unreflektiert festgeschrieben. Ziel der Genderforschung ist es, dieser Naturalisierung gesellschaftlicher Machtverhältnisse, der wechselseitigen Auf- und Abwertung, der Hierarchisierung und Komplementarisierung qua Geschlecht entgegenzuwirken.

Die dritte Dimension *Gender in Science* löst sich von der fachspezifischen Ebene und analysiert generelle Aspekte der Methodik und Forschungspraxis der Naturwissenschaften. Sie untersucht die Zusammenhänge zwischen gesellschaftlich-kulturell ausgeprägten Geschlechterverhältnissen und den geschichtlichen, sozialen und wissensgenetischen Konstellationen, auf denen die Art und Weise beruht, in der Wissenschaft betrieben wird.

---

<sup>5</sup> So zeigt das Titelbild des Magazins GEOWissen (2000) in einem Sonderheft zu "Frau & Mann. Alte Mythen, neue Rollen" einen männlichen Jäger, der eine Frau über der Schulter trägt.

Diese Dimension macht deutlich, dass die feministische Theorie ihre Wurzeln in der kritischen Theorie hat, welche die Wissenschaft und den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess als gesellschaftliches Unternehmen enttarnt. Dies gilt für die Naturwissenschaften ebenso wie für alle anderen Wissenschaftszweige. Die Naturwissenschaft ist nicht ob der Reproduzierbarkeit ihres experimentellen Vorgehens objektiv, denn jedes Experiment ist abgeleitet aus einer bestimmten Theorie. Diese wiederum entsteht, setzt sich durch und verschwindet auch wieder im Verlauf der kulturellen Historie einer Scientific Community. Einschlüsse und Auslassungen, Interpretationen und Verallgemeinerungen sind keine Wahrheiten, sondern Entscheidungen im Rahmen dieses Forschungsprozesses.

Die Dekonstruktion des Objektivitätsmythos und der Herstellung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als gesellschaftlich eingebundenem Prozess wurde von der feministischen Analyse um die quer liegende Kategorie des Geschlechts erweitert. Denn gesellschaftliche Prozesse sind immer auch vergeschlechtlichte Prozesse. Wir fragen also nach dem Einfluß des gesellschaftlichen Faktors Geschlecht auf Erkenntnis- und Gestaltungsprozesse in den Naturwissenschaften, nach dem Einfluss vergeschlechtlichter sozialer Werte und Normen, unterschiedlicher gesellschaftlicher Interessen, Schwerpunktsetzungen, Sichtweisen und methodischer Orientierungen auf die wissenschaftliche Theoriebildung, Untersuchungskonzeption und Ergebnisinterpretation (Vgl. Harding 1991).

Analysen zur Historie der experimentellen Naturwissenschaft haben gezeigt, wie eng diese Entwicklungen und die Formulierung der rationalen Erkenntnistheorie auf der Schaffung eines Dualismus zwischen dem erkennenden, aktiven Subjekt (dem Forscher) und dem zu betrachtenden, passiven Objekt (der Natur) beruht. Gleichzeitig wird eindeutig Aktivität/Forscher mit dem männlichen und Passivität/Natur mit dem weiblichen Prinzip assoziiert (Vgl. Keller 1986; Merchant 1997; Longino 1990; Keller 1995b). Diese Konnotationen lassen sich historisch mit gesellschaftlichen Umbrüchen und der beginnenden industriellen Entwicklung verbinden (Vgl. Scheich 1985).

Nicht nur die gesellschaftliche Analyse, sondern auch die Subjektebene wird von dieser Dimension erfasst, denn Forschende sind immer Subjekte innerhalb eines bestimmten psychosozialen und kulturellen Hintergrunds. Ihr Vorgehen, ihre Vorlieben und

Abneigungen sind in einer kulturellen Geschlechterdichotomie entstanden und von ihr geprägt. Ihr 'wissenschaftlicher Blick' wird häufig auf das gelenkt, was ihnen in diesem Gebäude plausibel erscheint, die 'same-sex-sympathy' (Vgl. Keller 1986). Und immer noch sind es in den Naturwissenschaften vorwiegend Männer, die forschen und damit einen männlichen Blick, einen 'male bias' in diese Forschung einbringen.

Hier schließt sich der Kreis zwischen den Dimensionen. Women in Science fragt nach, ob Frauen im Wissenschaftsbetrieb anders arbeiten oder gearbeitet haben als Männer. Science of Gender deckt die offenen und verborgenen Androzentrismen in den disziplinären Inhalten auf und Gender of Science stellt die Frage, ob Frauen aus ihrer Position als primär Ausgeschlossene und damit der Reflexion über das eigene Tun eher Zugängliche (also nicht ob ihres biologischen Geschlechts sondern ob ihres gesellschaftlichen Status) andere Forschungsziele und -methoden einbringen würden.

#### *Die Sex/Gender-Dichotomie und der Embodiment-Ansatz*

Die Trennung der Kategorien Sex und Gender hat seit den 70er Jahren für die kritische Analyse enorme Vorteile gebracht. Denn sie ermöglichte, die verschiedenen Facetten des Begriffs Geschlecht zu behandeln, insbesondere all jene Geschlechtszuschreibungen, Geschlechterrollen, Bewertungen, Hierarchisierungen, Verhaltensweisen, Selbstbilder usw., deren Ausbildung im Sinne des sozialen Geschlechts (Gender) weitestgehend gesellschaftlichen Strukturierungen und Aushandlungen entspringen. Die kulturelle Konstruktion des Geschlechts hat im Rahmen des feministischen Diskurses nicht nur die wissenschaftliche, sondern auch die politische Diskussion entscheidend geprägt.

Mit der Sex/Gender-Trennung hat sich der Diskurs aber auch Probleme eingehandelt, die uns heute einholen. Sex als biologische Kategorie, als körperliche Realität des Geschlechts wurde vielfach aus der Analyse ausgeklammert und im Rahmen des Dekonstruktionsansatzes zur Un-Kategorie erklärt. Demgegenüber wertet der Differenzansatz jede körperlich unterscheidbare Struktur als Beweis für einen biologischen Essentialismus bis hin zu einer genetischen Bestimmung von Differenz. Der Renaissance dieses biologischen Essentialismus steht die Genderforschung heute vielfach ohne

Argumente gegenüber.<sup>6</sup>

Doch Sex ist keine ontologisch präformierte Einheit, Körper sind nicht der Konstituierung von Gender vorhergehende Realität. Körper und Kultur, Sex und Gender sind untrennbar miteinander verwoben, bedingen und beeinflussen sich gegenseitig und unterliegen beständig wechselseitigen Veränderungsprozessen.

Was machen wir also nun mit der Kategorie Sex? Im feministischen Diskurs der 90er Jahre wurde die Angemessenheit der Trennungskategorie Sex/Gender zunehmend bezweifelt (Vgl. Heinsohn 1998) und nun wiederum eine Aufhebung dieser Trennung gefordert. Ein einheitlicher Begriff Geschlecht soll biologische und soziale Facetten wieder vereinen, und zwar nicht nur im Sinne einer biologischen Disposition zu der soziale Aspekte unabhängig hinzutreten, sondern auch dahingehend, dass biologische Körper-Strukturen und -Funktionen ein Spiegel der eigenen Erfahrungen in einem bestimmten gesellschaftlichen und kulturellen Prozess werden.

Mit dem Begriff des 'Embodiment' kann die Brücke zwischen kultureller Konstruktion und der Konstituierung einer solchen 'corpo-reality' geschlagen werden. Anne Fausto-Sterling (2000, 21) kontrastiert zwei Formulierungen: Dem extrem konstruktivistischen Modell, "sexuality is not a somatic fact, it is a cultural effect", setzt sie den beschriebenen Konstituierungsgedanken als "sexuality is a somatic fact created by a cultural effect" entgegen. Sex ist körperlicher Spiegel von Gender. Embodiment stellt die klassische Sex/Gender-Dichotomisierung in Frage, indem es aufzeigt, wie sich gesellschaftliche-kulturelle Erfahrung in körperlichen Strukturen abbildet, besonders prägnant aufgezeigt an der Plastizität von Hirnstrukturen und -funktionen.

---

<sup>6</sup> Den vielfach diskutierten Mythos besserer räumlicher Fähigkeiten von Männern führten Meta-Analysen nur zu maximal 5% auf Sex zurück, zu 95% dagegen auf sozialisierte und kulturelle Gender-Faktoren (Fausto-Sterling 1988), mit dem Ergebnis, dass die 5% ignoriert wurden. Im Rahmen der Hirnforschung werden jedoch heute Strukturunterschiede für Geschlechterunterschiede in räumlichen Fähigkeiten wieder als Sex-Differenzen determiniert (Vgl. Schmitz 1999).



### *Hirn-Plastizität*

Was bedeutet ein Befund, der in Gehirnen von Erwachsenen Unterschiede in der Struktur oder in Aktivierungsmustern bei der Lösung bestimmter Aufgaben beschreibt? Ist er ein Beleg für die Natürlichkeit, für die biologische Verankerung und im Extrem sogar für die genetische Determination eines solchen Unterschieds? Nur weil er sich in der biologischen Struktur widerspiegelt? Oder kann eine solche Strukturdifferenz selbst Ergebnis von Erfahrung, von sozialen und kulturellen Einflüssen sein?

Entgegen der klassischen Sichtweise einer angeborenen und unveränderlichen Hirnstruktur, betrachtet die heutige neurobiologische Forschung die Zusammenhänge zwischen Gehirn und Verhalten vor dem Hintergrund neuronaler Plastizität. Insbesondere die Gehirnentwicklung liefert uns für den Embodiment-Ansatz prägnante Beispiele. Die Plastizitätsforschung veranschaulicht, wie dynamisch sich unser Gehirn vorgeburtlich und nachgeburtlich, ja zeitlebens an die jeweiligen Erfahrungen anpasst. Es ist weder in seiner Feinstruktur, noch in seiner Verschaltung, geschweige denn in seinen Aktivierungsmustern festgelegt. Unser Prinzip Gehirn, dieses Denk-Netzwerk kann sich nur funktional entwickeln, wenn es bestimmte Umweltinformationen und individuelle Erfahrungen verarbeitet. Und es verändert seine Struktur und Funktion durch Lernprozesse in Auseinandersetzung mit diesen jeweiligen Erfahrungen unter bestimmten sozialen und kulturellen Bedingungen (Vgl. Schmitz 1994; Schmitz 1999).

Es geht also nicht darum, anatomische oder funktionelle Ausprägungen von Geschlecht im Gehirn zu negieren, sondern vielmehr darum, deren inter- und intraindividuelle Variabilität, sowie ihre zeitabhängige Konstituierung vor dem Hintergrund der umweltoffenen und dynamischen Hirnplastizität verständlich zu machen. Ein Hirnbefund, sei es zu Aktivierungsmustern bei bestimmten Aufgaben oder sei es zur Größe bestimmter Hirnareale, der zu einem bestimmten Lebenszeitpunkt von einer Person erhoben wird (im Brain-Imaging werden vorwiegend Erwachsene untersucht) lässt keine direkten Rückschlüsse auf genetische Determination oder hormonelle Prädisposition zu. Die Momentaufnahme der körperlichen Realität sagt uns noch nichts über ihre Konstituierungsprozesse, denen auch in der geschlechtlichen corpo-reality des Gehirns Rechnung zu tragen ist.

### **Was hat das Gehirn mit Sprache und Geschlecht zu tun?**

Die Befundlage zu Geschlecht und Gehirn ist in allen Feldern der neurowissenschaftlichen Analyse enorm widersprüchlich. Zur Verdeutlichung solcher Widersprüche sollen beispielhaft zwei Studien aus dem Bereich ‘Geschlecht, Gehirn und Sprache‘ betrachtet werden.<sup>7</sup>

Mit Hilfe der Computertomographie (u. a. funktionelles Magnetresonanztomographie, fMRI; Positronenemissionstomographie, PET) werden heute im Rahmen des Brain-Imaging Strukturunterschiede in bestimmten Hirnarealen in Verbindung mit spezifischen Aktivierungsmustern im Netzwerk dieser Areale bei der Lösung spezifischer Aufgaben analysiert.<sup>8</sup> Diese Befunde werden dann zur Erklärung von Leistungsunterschieden bezüglich dieser Aufgaben herangezogen.

Ich habe das Beispiel der Genderforschung zur sprachlichen Verarbeitung und Leistungsfähigkeit nicht zuletzt deshalb ausgewählt, weil dieses einen der wenigen Fähigkeitsbereiche behandelt, in dem ausnahmsweise einmal nicht die Fähigkeiten von weiblichen Probanden als defizitär (wie z. B. bei der räumlichen Orientierung, den mathematischen und/oder geometrischen Leistungen) behandelt wird.

Zunächst stellt sich also die Frage nach *Leistungsunterschieden*. Geschlechterstereotype Zuschreibungen besserer Sprachfähigkeiten von Frauen sind insgesamt differenziert zu betrachten. In der Gesamtheit sprachlicher Testkategorien sind die Effekte gering (Halpern 1997) und weisen in Meta-Analysen im Verlauf der Jahre eine Reduktion auf (Hyde/Linn 1988). Bessere Testergebnisse von Frauen finden sich z. B. in der Verarbeitung und Reproduktion phonologischer (Reimerkennung) und semantischer (Inhaltskategorisierung) Informationen und im Wortfluss. Dagegen sind Befunde zum Leseverständnis, zur Analogiebildung und zum Wortschatz widersprüchlich und weisen unterschiedliche

---

<sup>7</sup> Die folgende Analyse ist teilweise publiziert in Schmitz (2002b).

<sup>8</sup> Im Brain-Imaging liegen die Personen in einem Scanner, und erhalten über Videobildschirme eine visuelle oder über Kopfhörer eine auditive Aufgabenstellung (zumeist Erkennungs- und Unterscheidungsaufgaben). Bei der Lösung der Aufgabe müssen sie einen Knopf drücken oder eine Computermaus bewegen. Zur

Interaktionseffekte zwischen Geschlecht und Altersentwicklung auf (Clark et al. 1990). Von einer generell besseren Sprachfähigkeit von Frauen zu sprechen, ist demnach ebenso irreführend wie falsch.

Die zweite Frage bezieht sich auf die *Klassifizierung der Hirnareale*, die an der Sprachverarbeitung beteiligt sind. Bei rechtshändigen Personen ist eine Dominanz der Sprachverarbeitung in der linken Gehirnhälfte festzustellen (Vgl. Schmitz/Schinzel 2001). Die aktuelle Forschungsfrage ist, wie stark sich solche Funktions-Asymmetrien (*Lateralitätseffekte*) im Geschlechtervergleich abbilden und ob die derzeitige ‘Mainstream’-Hypothese einer ausgeprägteren Asymmetrie der Sprachverarbeitung (linkslateral) bei Männern gegenüber einer stärkeren Symmetrie bei Frauen haltbar ist.

Bei der Literaturrecherche in populärwissenschaftlichen Zeitschriften oder im Internet (z.B. Brain-Map: <http://ric.uthscsa.edu/projects/brainmap.html>) stoßen wir unter dem Stichwort ‘Gender und Sprache’ fast ausschließlich auf ein Zitat. Shaywitz et al. (1995) fanden bei der Lösung phonologischer Sprachaufgaben (Reimerkennung) mit Hilfe von fMRI bei insgesamt 19 männlichen Probanden eine stärkere linksseitige Aktivierung im vorderen Hirnlappen, dagegen bei 11 von 19 Frauen eine ausgeprägtere beidseitige Aktivierung. Deutlich wird in der Befundpräsentation der Fokus auf die 11 “bilateralen” Fälle, wohingegen zu den anderen 8 weiblichen Probanden (also nahezu der Hälfte) kaum Aussagen zu finden sind.

Zudem zeigt die ausführlichere Dokumentation der Studie (Pugh et al. 1996) keine parallelen Leistungsunterschiede in den zugehörigen Sprachtests. 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 in der Rezeption häufig weder auf das untersuchte Hirnareal noch auf den spezifischen Sprachtest eingegangen wird. Dies ist um so erstaunlicher, da funktionelle Brain-Imaging Studien die Zusammenhänge zwischen Hirnstruktur/-funktion und kognitiven Leistungen erklären sollen.

---

Datenaufnahme über den Scanner ist es nötig, dass die Personen sehr ruhig liegen, komplexes Verhalten kann hierüber also nicht analysiert werden (Vgl. Hennig 2001).

Julie Frost et al. (1999) untersuchten die Gehirne von 100 Personen (50 Frauen und 50 Männern) in einem auditiven Test zur semantischen Kategorisierung. Die Probanden sollten hier also entscheiden ob Wortpaare derselben semantischen Kategorie (z. B. Vögel) angehörten. Es konnten keine Geschlechterunterschiede in den Sprachleistungen festgestellt werden. Weder eine zufällige Aufteilung der Versuchspersonen in zwei Gruppen noch die Gruppenunterteilung nach Geschlecht ermittelte Unterschiede in der Asymmetrie der Aktivierung der untersuchten Hirnareale. Alle Probanden zeigten innerhalb eines Varianzrahmens eine mehr oder weniger deutliche linksseitige Asymmetrie des Verarbeitungsnetzwerkes.

Julie Frost kommt in der Diskussion ihrer Resultate im Vergleich mit anderen Studien 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). Hier wird deutlich, dass Schlussfolgerungen aus einzelnen Studien auf allgemeine neuronale Grundlagen genereller Sprachfähigkeitsunterschiede nicht zu ziehen sind. Vielmehr gilt es, Erkenntnisse aus der Widersprüchlichkeit der aktuellen Befundlage zu ziehen (z. B. zur Klassifizierung der Hirnareale, zur Versuchspersonenanzahl, zu Testspezifika, etc.). Dies ist jedoch nur möglich, wenn die spezifischen Methoden und Einschränkungen einzelner empirischer Arbeiten klassifiziert und der vergleichenden Analyse sowie der Validitäts-Bewertung zugänglich gemacht werden.

Am Schluß ihrer Publikation verweisen Frost et al. zudem auf unterschiedliche Interpretationskonzepte. Geschlechterunterschiede können genetisch determiniert bzw. hormonell/metabolisch induziert sein, aber auch als Ergebnis neuronaler Plastizität aufgrund von Erfahrungseinflüssen (i. S. sprachlicher Praxis) auftreten oder schließlich eine Kombination aller dieser Faktoren widerspiegeln. Die Forschung zur erfahrungsabhängigen Plastizität des Corpus Callosum (des Balkens von Nervenfasern, der die Hirnhälften verbindet) bietet für die Genderforschung neue Ansätze (Vgl. Schinzel/Schmitz 2001).

Vor dem Hintergrund der Genderforschung ist im Vergleich dieser beiden Studien insbesondere die *Präsentationsform der Ergebnisse* interessant. Während in den Publikationen von Shaywitz et al. besonderer Fokus auf die Unterschiede gelegt wird, stellen Frost et al. (1999, 203) eine Bildserie in den Vordergrund, die für die Betrachter die Ähnlichkeit der Aktivierungsmuster in allen Gruppenaufteilungen (zufällig und nach Geschlecht) hervorhebt. Die kritische Analyse seitens der Genderforschung macht deutlich, dass für die Verbreitung und Akzeptanz wissenschaftlicher Erkenntnisse eben nicht nur der Inhalt, sondern auch die Form ausschlaggebend ist. Die Arbeit von Frost et al., die Gleichheiten hervorhebt, wird bisher in der wissenschaftlichen Rezeption kaum gewürdigt, obwohl sie in dem renommierten Journal 'Brain' erschienen ist. Dagegen wird die Studie von Shaywitz et al., trotz vielfacher methodischer Kritik, generell als Hauptbeleg für Geschlechterunterschiede in der Sprachverarbeitung zitiert.

### **Hirnbilder - was sie zeigen und was nicht**

Lösen wir uns von unserem Beispiel und fragen einmal nach, ob und wie unterschiedliche Konzepte in die Darstellung des Gehirns eingehen, insbesondere über die neuen Präsentationsmedien Computer und Internet.

Die meisten Laboratorien, die im Rahmen des Brain-Imaging tätig sind, haben mehr oder weniger enge Bezüge zum Human Brain Project, einer vom National Institute of Health (USA) 1993 gegründeten Forschungsinitiative. Mit enormem Budget soll über Datennetze und Hirnatlanten ein schneller Zugriff auf Informationen über das menschliche Gehirn und menschliches Verhalten bereit gestellt werden (Vgl. Masanneck 1999; Masanneck 2001). Das Human Brain Projekt fokussiert eingegrenzt auf Gen-Verhaltens-Bezüge (mit einer Betonung der Richtung 'vom Gen zum Verhalten'), wohingegen die neurobiologische Forschung plastizitätsbezogenen Ansätzen (also den Auswirkungen externer Einflüsse auf Struktur- und Funktionsbeziehungen im Gehirn) besondere Bedeutung zumisst. Die Repräsentation zeitlicher Dynamik und Plastizität von Struktur und Funktion des Gehirns stellt aber ein noch nicht gelöstes Problem von Hirnatlanten dar. Jeder Atlas kann nur eine Momentaufnahme wiedergeben, gewissermaßen den Status Quo zu einem spezifischen Zeitpunkt verbildlichen.

### *Die Konstruktion von Hirnatlanten*

Digitale Hirnatlantent (wie sie auch im HBP verwendet werden) verfolgen das Ziel, mit Hilfe von Standardisierungsalgorithmen (mathematische und statistische Verfahren) die Daten verschiedener Individuen und verschiedener Modalitäten (Anatomie, funktionelle Aktivierung, Mikrostruktur) in ein dreidimensionales Koordinatensystem zu integrieren (Vgl. <http://www.loni.ucla.edu/~thompson/DisChpt.html>) und in einheitlichen Bildern zu repräsentieren. Von der computertomografischen Datenerhebung bis zum fertigen Bild ist dieser Prozess gekennzeichnet durch eine Reihe von Konstruktionsschritten. Sie reichen von der Bildrekonstruktion aus Streudaten über die Segmentierung, die Bereinigung und die anschließende 3D-Bildrekonstruktion bis hin zu einer unüberschaubaren Varianz von Berechnungsverfahren (Algorithmen), um Einzelbilder dem Vergleich zugänglich zu machen (Vgl. Schinzel 2002). Diese Verfahren werden von unterschiedlichen Laboratorien in unterschiedlicher Kombinationen angewandt und dies stellt heute eines der größten Probleme für die vergleichende Analyse innerhalb des HBP dar (Vgl. Schmitz 2001b). Im folgenden sollen nur einige Probleme angerissen werden.

Individuelle Datensätze der computertomografischen Analyse müssen auf ein *Standardgehirn* (ein 'Template') angepasst werden, um relative und regionale Vergleiche ziehen zu können. Bisher haben alle Hirnatlantent ein individuelles Gehirn als Grundlage genommen, allerdings nicht immer dasselbe. Das HBP benutzt als Standardform das Talairach-System, ein dreidimensionales Koordinaten-Schema, das auf der Grundlage eines weiblichen Gehirns entwickelt wurde. Die Wissenschaftler des ECHBD (European Computerized Human Brain Database) nutzen ein männliches Gehirn als Referenzsystem, das nach ihrer Aussage die repräsentativste Standardform mit den geringsten Abweichungen von allen Gehirnen darstellt (Roland/Zilles 1996). Hier stellt sich demnach die Problematik der Vergleichbarkeit schon auf der Standard-Ebene (Vgl. Schinzel 2002). Die *Anpassung neuer Datensätze* an einen solchen Standard-Atlas erfordert Verzerrungen, Rotationen und Verschiebungen des individuellen Gehirns, um es in das entsprechende Koordinatensystem einzupassen und damit der relativen Vergleichsanalyse zugänglich zu

machen. Die Auswahl der Berechnungsverfahren, d. h. der Standardisierungs-Algorithmen ist bis heute nicht einheitlich festgelegt, sondern erfolgt nach Beurteilung der jeweiligen ‘Konstrukteure’. Solche Anpassungen können anhand gehirnspezifischer Landmarken (z. B. bestimmte Windungen oder Furchen), aber auch durch unterschiedlichste geometrische Skalierungsverfahren vollzogen werden. Somit gehen in diese Auswahl spezifische Kontexte und Motivationen ein, die dem fertigen Bild dann nicht mehr anzusehen sind. Die Problematik der Kompatibilität und des Atlantenvergleichs ist hier nicht zuletzt vor der Genderthematik kritisch zu betrachten.

Wahrscheinlichkeitsbasierte Atlanten und Variabilitäts-Atlanten sollen der Darstellung *interindividueller Variationen* gerecht werden. Diese Atlanten verbildlichen Variabilität in Form von Farbunterschieden der Hirnareale (Vgl. [http://www.loni.ucla.edu/SVG/animation/Computational\\_Models/index.html](http://www.loni.ucla.edu/SVG/animation/Computational_Models/index.html)). Hierzu werden über Transformationsalgorithmen, sogenannte ‘warps’, Richtung und Abweichungsgrad einer Struktur vom ‘Normalgehirn’ in einem Vektor repräsentiert. Dem Verfahren liegt dann eine Entscheidung zugrunde, welche Variation innerhalb, welche außerhalb der ‘Normvariabilität’ liegt. Auch die Nutzung statistischer Ausschlußverfahren verhindert nicht, dass die *Normbestimmung* einer Berechnung gefolgt ist, die auf angenommenen Definitionen von Krankheit versus Gesundheit, von normal versus abnormal beruht, welche neben statistischen Maßstäben auch kulturelle Setzungen enthalten und damit diese als quasi objektiv verschleiern (Vgl. Masanneck 2001).

Neben einer Reihe von Vorteilen (Darstellung mehrdimensionaler Zusammenhänge, Datenaustausch zwischen verschiedenen Laboratorien, Vergleich zwischen Individuen, Gruppen und Modalitäten, Zusammenhangsanalysen zwischen Strukturen und Funktionen) bergen Hirnatlanten also auch Gefahren der Determination und einer scheinbaren Objektivität der Wissensrepräsentation, welche die Variabilität, die zeitliche Dynamik und auch Widersprüche der zugrundeliegenden Befunde verschleiert (Schmitz 2002b):

- den *Abbildbarkeitsmythos*, der das Bild als realitätsgetreue Wiedergabe des Gehirns vorspielt, während es in Wirklichkeit eine Konstruktion aufgrund von Berechnungsverfahren und Normierungen darstellt;

- den *Objektivitätsmythos*, der das Bild als Präsentation genereller biologischer Prozesse darstellt, die in ihrer zeitlichen Dynamik und strukturellen Komplexität gar nicht in einem Bild festzuhalten sind;
- den *Lebendigkeitsmythos*, der durch computergrafische Animationen (Schattierung, Färbung, time series, 3D-Rotationen) eine ‘Lebendigkeit‘ der Materie erzeugt, die keineswegs eine Wiedergabe der Realität ist, sondern Konstruktion. Sie scheint um so wirklichkeitsgetreuer, je geschickter die Konstruktion ist.

#### *Geschlecht in Hirnatlanten – Männliche Normierung wie gehabt*

In Hirnatlanten wird der Geschlechteraspekt bisher explizit kaum behandelt. Geschlecht als naturalisierte Determinante ist aber implizit eingewoben. Und wieder finden wir hier das schon erwähnte Muster männlicher Normierung, z.B. in den Präsentationen des ‘Visible Human Projekt‘ (Vgl. [www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/vishuman/](http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/vishuman/) bzw. Bulling et. al. 2001). Dem Projekt liegen computertomografische Datensätze des ganzen Körpers von einem Mann (Segmentaufnahmen im 1,0 mm-Interval, Gesamtdatensatz 15 GB) und einer Frau (Segmentaufnahmen im 0,33 mm-Interval, Gesamtdatensatz 40GB)<sup>9</sup> zugrunde. In den Präsentationen ist es jedoch nur möglich, die Schnittfolgen des Mannes vollständig zu betrachten (als Schnittserien oder als Animationen). Von der Frau werden einzig die Bilder des Genitalbereiches zur Verfügung gestellt, obwohl die Segmentierung ihrer Daten wesentlich feiner vorliegt. Ein weiteres prägnantes Beispiel für männliche Normierung in der Vermittlung von Grundlagenwissen zeigt eine Computeranimation zur Hirnaktivierung bei einer Handbewegung. Die Animation hat als Kontur einen eindeutig männlichen Körper mit prägnanter Ähnlichkeit zu einem Bodybuilder (Vgl.. Hansen/Nielsen 1996).

#### **Das Projekt GERDA**

“GERDA – the gendered digital brain atlas” (<http://mod.iig.uni-freiburg.de/forschung/medizin/gerda>) dient der Herstellung eines WWW-basierten, frei

---

<sup>9</sup> Die Daten des Mannes stammen von Joseph Paul Jernigan, einem zum Tode verurteilten Mörder aus den USA, dessen Körper nach seinem Tod Ende der 80er Jahre in Scheiben geschnitten wurde; diese wurden von



zugänglichen Informationssystems in englischer Sprache zu Geschlecht und Gehirn, das den Anforderungen der Genderforschung gerecht wird. Es wird in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen InformatikerInnen und BiologInnen am Institut für Informatik und Gesellschaft der Universität Freiburg (IIG) entwickelt (Vgl. Schmitz/Schinzel 2001; Schmitz 2001c; Schmitz 2002b).

Dieses Informationssystem soll den NutzerInnen

- einen Blick hinter die Geschlechterforschung in den Neurowissenschaften eröffnen,
- einen Eindruck und eine Bewertung der widersprüchlichen Befundlage zu Geschlecht und Gehirn bieten und
- aufzeigen, wie wissenschaftliche 'Erkenntnisse' in wissenschaftlicher und öffentlicher Darstellung präsentiert und produziert werden.

Hierzu soll die Bereitstellung von Informationen zu Struktur, Funktion und Entwicklung des Gehirns sowie zu Genderaspekten in diesen Zusammenhängen dienen. Befunde aus Brain-Imaging Studien werden aufbereitet und zur Verfügung gestellt, so dass ihre Bewertung, ihrer Widersprüchlichkeit und ihrer Einbindung in theoretische Konzepte und Interpretationszusammenhänge auf NutzerInnen-Seite zu erkennen und kritisch zu beurteilen ist. Das System kombiniert hierzu eine objekt-relationale Datenbank mit einem Hypertext-System aus Text und Bild.

Die *GERDA-Datenbank* kategorisiert die Informationen empirischer Gender Studies mit Bezug zum Gehirn in bibliografischen, demografischen und methodischen Aspekten ebenso wie die untersuchten Hirnregionen und Hirnfunktionen, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen (analog zu den oben beschriebenen Sprachstudien). Die Ableitung einzelner Studien aus bestimmten theoretischen Konzepten (z. B. Essentialismus versus Plastizität) lässt die Ziele der Ansätze erkennen und kritisch beurteilen.

Die Datenbank als Ressource zur 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 (Referenz- und Rezeptionspraxis)?

Das *GERDA-Hypertextsystem* stellt Grundwissen zur Entwicklung, zur Makro- und Mikrostruktur, zur Funktion und Physiologie sowie zur Dynamik und Plastizität des Gehirns zur Verfügung. Zusammenfassungen und kritische Übersichten zu verschiedenen Aspekten von Geschlecht und Gehirn und weiterführende Texte zur Genderforschung ermöglichen einen Einblick in die Vielfältigkeit, die Komplexität, die Präsentation und das Wissensmanagement über wissenschaftliche und/oder populäre Medien. Mit Hilfe von Hirnbildern (Ansichten, Schnittbilder) und Animationen eines einzelnen weiblichen Gehirns wird eine Navigation durch das System unterstützt.

Die Datenbank und der Hypertext 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 Hypertexten ermöglicht wird, um zu bestimmten Wissensgebieten empirische Studien einzusehen. Mit dieser Verbindung von Datenbank, Text und Bild wollen wir verhindern, über eine bildliche Visualisierung in die Fallen der Hirnatlantendarstellung (Abbildbarkeitsmythos, Objektivitätsmythos, Lebendigkeitsmythos) zu tappen. Im Gegenteil, es soll den BetrachterInnen die große Variationsbreite des menschlichen Gehirns in all seinen Facetten verdeutlicht werden, in der Geschlecht eben keine primäre Differenzkategorie darstellt, sondern allenfalls als eine von vielen Fassetten auf das Embodiment der corpo-reality des Gehirns wirkt.

**Literatur und URLs:**

- Alic, Margaret (1987): Hypathias Töchter. Der verleugnete Anteil von Frauen an der Naturwissenschaft. Zürich:Unionsverlag.
- Bleier, Ruth (1984): Science and Gender. New York, Oxford: Pergamon Press.
- Bullinget, Andreas/Castrop, Florian/Agneskirchner, Jens/Rumitz, Matthias/Ovtscharoff, Wladimir/Wurzinger, Laurenz J./Gratzel,Manfred (2002): Body Explorer 2.0'. Heidelberg: Springer.
- Clark, Elaine/Gardner, Michael K./Brown, Gail/Howell, Robert J. (1990): Changes in analogical reasoning in adulthood. *Experimental Aging Research* 16, 95-99.
- Fausto-Sterling, Anne (1988): Gefangene des Geschlechts? Was biologische Theorien über Mann und Frau sagen. München, Zürich: Piper.
- Fausto-Sterling, Anne (1989): Life in the XY Corral. *Women's Studies International Forum* 12, 319-331.
- Fausto-Sterling, Anne: Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality. New York: Basic Books.
- Fölsing, Ulla (1983): Nobel-Frauen. Naturwissenschaftlerinnen im Porträt. München: Beck.
- Frost, Julie A./Binder, Jeffrey R./Springer, Jane A./Hammeke, Thomas A./Bellgowan, Patrick S. F./Rao, Stephen M./Cox, Robert W. (1999): Language processing is strongly left lateralized in both sexes. Evidence from functional MRI. *Brain* 122, 199-208.
- GEO Wissen (2000): Frau & Mann. Alte Mythen. Neue Rollen. *GeoWissen* 26.
- Götschel, Helene/Heinsohn, Dorit (2000): Frauenforschung und Frauenförderung in Naturwissenschaften, Informatik und Mathematik. Hamburg: Arbeitsstelle Frauenförderung der Universität Hamburg.
- Halpern, Diane (1997): Sex differences in intelligence: Implications for education. *American Psychologist* 52, 1091-1102.
- Hansen, Jakob Keis/Nielsen, Kasper Høy (1996): <http://hendrix.imm.dtu.dk/movies/moviehome.html>.
- Haraway, Donna (1989a): Primate Visions. Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science. New York 1989.
- Haraway, Donna (1989b): The biopolitics of postmodern bodies: Determinations of immune system discourse. *Differences: A Journal of Feminist Cultural Studies* 1, 3-43.
- Harding, Sandra (1991): Feministische Wissenschaftstheorie. Zum Verhältnis von Wissenschaft und sozialem Geschlecht. Hamburg: Argument.
- Heinsohn, Dorit (1998): Feministische Naturwissenschaftskritik. Eine Einführung. In Petersen, Barbara/Mauss, Bärbel (Hg.). *Feministische Naturwissenschaftsforschung. Science und Fiction*. Tahlheim: Tahlheimer, 14-32.
- Hennig, Jürgen (2001): Chancen und Probleme bildgebender Verfahren für die Neurologie. In Schinzel, Britta (Hg.). *Interdisziplinäre Informatik: Neue Möglichkeiten und Probleme für die Darstellung komplexer Strukturen am Beispiel neurobiologischen Wissens*. Freiburger Universitätsblätter 3/2001. Freiburg: Rombach, 67-86.
- Hyde, Janet/Linn, Marcia (1988): Gender differences in verbal ability: A meta-analysis.

- Psychological Bulletin 104, 53-69.
- Jansen, Sarah (1991): Naturwissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen: Von der Forderung nach Gleichstellung zur feministischen Forschung. Schriftenreihe NUT e.V. 1: Wiesbaden: NUT e.V.
- Keller, Evelyn Fox (1986): Liebe, Macht und Erkenntnis. Männliche oder weibliche Wissenschaft? München: Hanser.
- Keller, Evelyn Fox (1995a): Origin, history, and politics of the subject called 'Gender and Science' – A first person account. In: Jasanoff, S.E.A. (Hg.): Handbook of Science and Technology Studies. Thousand Oaks: Sage, 80.
- Keller, Evelyn Fox (1995b): Geschlecht und Wissenschaft: Eine Standortbestimmung. In: Orland, Barbara/Scheich, Elvira (Hg.). Das Geschlecht der Natur. Frankfurt/M: Suhrkamp, 64-91.
- Kerner, Charlotte (1992): Nicht nur Madame Curie...Frauen, die den Nobelpreis bekamen. Weinheim: Beltz.
- Kien, Jenny: Kritik an der Erforschung von Geschlechtsunterschieden im menschlichen Gehirn. In: Schinzel, Britta/ Schletz, Eva (Hg.). Geschlechterdifferenzen im Zentralen Nervensystem und ihre graphische Repräsentation und Wissensdarstellung. Freiburg: IIG, 19-25.
- Longino, Helen (1990): Science as Social Knowledge. Princeton: Univ. Press.
- Longino, Helen/Doell Ruth (1983): Body, bias and behavior: A comparative analysis of reasoning in two areas of biological science. Signs: Journal for Women in Culture and Science 9, 206-227.
- Masanneck, Carmen (1999): Das genormte Gehirn. Was verbirgt sich hinter dem Human Brain Project?. Koryphäe 26, 12-17.
- Masanneck, Carmen. (2001): Das Human Brain Project – Hirnforschung im 21. Jahrhundert. In Schinzel, Britta (Hg.). Interdisziplinäre Informatik: Neue Möglichkeiten und Probleme für die Darstellung komplexer Strukturen am Beispiel neurobiologischen Wissens. Freiburger Universitätsblätter 3/2001. Freiburg: Rombach, 87-104.
- Merchant, Carolyn (1987): Der Tod der Natur. Ökologie, Frauen und neuzeitliche Naturwissenschaften. München: Beck.
- Orland, Barbara/Rössler, Mechtild (1995): Women in Science - Gender and Science. In: Orland, Barbara/Scheich, Elvira (Hg.). Das Geschlecht der Natur. Frankfurt/M: Suhrkamp, 13-63.
- Pugh, Kenneth R./Shaywitz, Bennett A./Shaywitz, Sally E./Constable, R. Todd/Skudlarski, Pawel/Fulbright, Robert K./Bronen, Richard A./Shankweiler, Donald P./Katz, Leonard/Fletcher, Jack M./Gore, John C. (1996): Cerebral organization of component processes in reading. Brain 119, 1221-1238.
- Roland, Per/Zilles, Karl (1996): The developing European Computerized Human Brain Database for all imaging modalities. NeuroImage 4, 39-47.
- Scheich, Elvira (1985): Die sexistische Ordnung der Naturwissenschaften. Wechselwirkung 24, 45-49.
- Schiebinger, Londa (1993): Schöne Geister. Frauen in den Anfängen der Wissenschaft. Stuttgart: Klett-Cotta.

- Schiebinger, Londa (1999): *Has Feminism Changed Science?* Cambridge (Mass.), London: Harvard Univ. Press.
- Schinzel, Britta (2002): *Körperbilder der Biomedizin*. In: Opitz, Claudia et al. (Hg.), (in press).
- Schinzel, Britta; Schmitz, Sigrid (2001): "Weiblicher Hirnatlas". Ein Informationssystem zur Hirnforschung mit dem Ziel der Aufarbeitung und Dekonstruktion von Geschlechterunterschieden. *Freiburger FrauenStudien* 11, 131-148.
- Schmitz, Sigrid (1994): *Gehirne und Geschlechter. Eine Expedition durch wissenschaftliche Gedankengebäude*. *Koryphäe* 16, 19-25.
- Schmitz, Sigrid (1999): *Geschlechterdifferenzen im Zentralen Nervensystem zwischen Determination und Dynamik*. In: Schinzel, Britta/ Schletz, Eva (Hg.). *Geschlechterdifferenzen im Zentralen Nervensystem und ihre graphische Repräsentation und Wissensdarstellung*. Freiburg: IIG., 26-43.
- Schmitz, Sigrid (2001b): *Neurowissenschaftliche Informationssysteme: Chancen und Grenzen in Datenmanagement und Wissensrepräsentation*. In Schinzel, Britta (Hg.): *Interdisziplinäre Informatik: Neue Möglichkeiten und Probleme für die Darstellung komplexer Strukturen am Beispiel neurobiologischen Wissens*. *Freiburger Universitätsblätter* 3/2001. Freiburg: Rombach, 51-65.
- Schmitz, Sigrid (2001c): *Gender-Forschung zur Mediatisierung der Neurowissenschaften*. *FiFF-Kommunikation* 3/01, 36-41.
- Schmitz, Sigrid. (2002a): *Man the Hunter / Woman the Gatherer – Dimensionen der Gender-Forschung am Beispiel biologischer Theoriebildung*. *Freiburger FrauenStudien* 12. (in press).
- Schmitz, Sigrid (2002b): *Informationstechnische Darstellung, kritische Reflexion und Dekonstruktion von Gender in der Hirnforschung. - Das Projekt GERDA. Niedersächsischer Forschungsverbund für Frauen und Geschlechterforschung in Naturwissenschaft, Technik und Medizin (Hg.). Dokumentation II. Tagungsbeiträge 1999-2001*. (in press).
- Schmitz, Sigrid/Schinzel, Britta (2001): *GERDA: An brain research information system for reviewing and deconstructing gender differences*. In: Pasero, Ursula/Gottburgsen, Anja (Hg.). *Wie natürlich ist Geschlecht? Gender und die Konstruktion von Natur und Technik*. Wiesbaden: Opladen, 126-139.
- Shaywitz, Bennett A./Shaywitz, Sally E./Pugh, Kenneth R./Constable, R. Todd/Skudlarski, Pawel/Fulbright, Robert K./Bronen, Richard A./Fletcher, Jack M./Shankweiler, Donald P./Katz, Leonard/Gore, John E. (1995): *Sex differences in the functional organization of the brain for language*. *Nature* 373, 607-609.
- Statistisches Bundesamt (2001): *Hochschulstatistik*. <http://www.statistik-bund.de>.
- Strohmeier, Renate (1998): *Lexikon der Naturwissenschaftlerinnen und naturkundigen Frauen Europa*. Frankfurt/M.: Harri Deutsch.
- Tanner, Nancy (1994): *Wie wir Menschen wurden. Der Anteil der Frau an der Entstehung des Menschen*. Frankfurt/M., New York: Campus.
- Wennerås, Christine/World, Agnes: *Nepotism and sexism in peer-review*. *Nature* 387, 341-343.