# Thermodynamik und Geschlechterdynamik um 1900

Physikalische Wissenschaften als >Sciences of Gender«?

Warum erscheint es so bizarr, einen Zusammenhang zwischen physikalischchemischem Wissen und dem Geschlechterverhältnis herzustellen? Welche
Grenzziehungen sind hier implizit, die feministische Forschung zu den sogenannten harten Naturwissenschaften schwer denkbar erscheinen lassen? Wäre
>Thermodynamik< im Titel durch >Biologie< ersetzt, wäre der Eindruck ein
wenig anders. Der Zusammenhang zwischen Biologie und der gesellschaftlichen Hierarchie der Geschlechter ist fester Bestandteil feministischer Theorie
und drückt sich in Begriffen wie >Biologismus< oder >biological determinism<
aus, mit denen biologisches Wissen als Legitimation gesellschaftlicher Machtverhältnisse analysiert werden kann.

Die Grenze zwischen den Lebenswissenschaften und den physikalischen Wissenschaften reproduziert sich auch im Forschungsstand der feministischen Naturwissenschaftsforschung. Liegen zur feministischen Kritik an der Biologie eine Fülle von Arbeiten in Buchlänge vor (z.B. Fausto-Sterling 1985, Haraway 1989, Keller 1992, 1995b, Spanier 1995), so sind zu den physikalischen Wissenschaften nur einige Artikel publiziert, (z.B. Rübsamen 1983, Scheich 1985, Potter 1989, Osietzki 1995). Auch in der feministischen Historiographie zu den Konstruktionsprozessen hierarchischer Geschlechterdifferenz sind die Wissenschaften vom Menschen wie Biologie, Anthropologie und Medizin bisher primärer Fokus des Forschunginteresses (z.B. Jordanova 1989, Laqueur 1990, Schiebinger 1993, Tuana 1993, Honegger 1996, Schmersahl 1998).

Das offensichtlichste Phänomen dieser Grenzziehung, das in der feministischen Analyse zu einem methodischen Problem wird, ist, daß in den physikalischen Wissenschaften im Gegensatz zu den Lebenswissenschaften auf der Ebene der Forschungsgegenstände selten in >männlich< versus >weiblich< differenziert wird.\(^1\) Menschen, Tieren, Pflanzen, ja sogar Wetterlagen wird ein Geschlecht zugeordnet, aber geht es um Quantenzustände, mathematische Gleichungen und physikalische Zustandsgrößen, ist auf den ersten Blick kein Zusammenhang mit dem Geschlechterverhältnis zu erkennen.

Für eine erste Annäherung an den Zusammenhang zwischen physikalischen Wissenschaften und dem Geschlechterverhältnis erscheint mir Evelyn Fox

Kellers Unterscheidung in zwei Forschungsperspektiven hilfreich. Sie konzentriert sich dabei auf die Rolle von Sprache, besonders Metaphern, und formuliert: »(...) metaphors of gender can be seen to work, as social images in science invariably do, in two directions: They import social expectations in our representations of nature and by doing so, they simultaneously serve to reify (or naturalize) cultural beliefs and practices (Keller 1995a, 87). Die erstgenannte Perspektive läßt sich als >gender in science auf den Punkt bringen, in der nach gesellschaftlichen Vorstellungen und Strukturen geforscht wird, die sich in die Produktion naturwissenschaftlichen Wissens einschreiben. Science of gender ist eine Kurzformel für die zweite Perspektive, für die Frage nach naturwissenschaftlichen Konstruktionen von Geschlechterdifferenz.<sup>2</sup> In diesem Beitrag beschränke ich mich auf die Perspektive >science of gender«. Konkret werde ich am Beispiel einer geschlechterpolitischen Kontroverse zeigen, daß auch physikalisch-chemische Wissenselemente in Debatten zur Geschlechterordnung eingehen, daß also auch die physikalischen Wissenschaften neben den Lebenswissenschaften > sciences of gender < sind und ebenfalls an Konstruktions- und Legitimationsprozessen hierarchischer Geschlechterdifferenz teilhaben. Die Auseinandersetzungen um Frauen in der Wissenschaft um 1900 sind der Geschlechterdiskurs, den ich auf eben diese Diskursverknüpfungen mit den physikalischen Wissenschaften untersuche. Dabei existiert physikalisch-chemisches Wissen in diesem Diskurs nicht isoliert, sondern ist mit einem Spezialdiskurs aus den Lebenswissenschaften verbunden. In der Verflechtung von Evolutionstheorien und Thermodynamik werde ich einen Zusammenhang zur Geschlechterdynamik um 1900 darstellen.

# Physikalisch-chemische Wissenselemente im Diskurs um das Frauenstudium

In den 80er und 90er Jahren des 19. Jahrhunderts fanden im Deutschen Reich vehemente Auseinandersetzungen um die Zulassung von Frauen zu den Universitäten statt. Im Gegensatz zu vielen anderen Ländern, wie z.B. den USA und der Schweiz, waren Frauen vor der Jahrhundertwende noch vom Hochschulstudium ausgeschlossen.

Die Forderung nach Zulassung von Frauen zu den Universitäten war gekoppelt an Reformbestrebungen in der höheren Mädchenbildung und die Zulassung von Frauen zu akademischen Berufsfeldern, wobei es um die Jahrhundertwende besonders um die Zulassung von Frauen zum ärztlichen Beruf ging (Costas 1992).

Im Frühjahr 1896 bestanden in Berlin die ersten Schülerinnen das Abitur und befanden sich in der paradoxen Lage, zwar die formale Zugangsberechtigung zur Universität zu besitzen, aber trotzdem nicht als reguläre Studentinnen zugelassen zu werden. In diesem politischen Kontext steht die von Arthur Kirchhoff initiierte Umfrage zum Frauenstudium unter deutschen Professoren und Dozenten verschiedener Fachrichtungen, Lehrern an Mädchenschulen und Schriftstellern. Kirchhoff, ein in Berlin lebender Journalist und selbst Befürworter der höheren Mädchenbildung und des Frauenstudiums, bat die Adres-

saten, die allesamt prominente Vertreter ihrer Disziplinen waren, um die schriftliche Beantwortung folgender Frage: »Ich bitte auch Sie hochgeehrter Herr Professor, mir die Frage gütigst zu beantworten: welche Gründe sind für resp. gegen das akademische Studium der Frau einzuwenden und zwar vom speziellen Standpunkt Ihrer Disziplin aus« (Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften 1896). Kirchhoff gab die Studie 1897 unter dem Titel »Die akademische Frau. Gutachten hervorragender Universitätsprofessoren, Frauenlehrer und Schriftsteller über die Befähigung der Frau zum wissenschaftlichen Studium und Beruf« heraus (Kirchhoff 1897). Sie bietet umfassendes Quellenmaterial für die Frage nach der Akzeptanz des Frauenstudiums und akademischer Berufstätigkeit unter deutschen Hochschulprofessoren und für eine Analyse der den Diskurs konstituierenden Argumente, Themen und rhetorische Figuren.

Die konkrete Aufforderung Kirchhoffs an die Hochschullehrer, aus der eigenen fachlichen Perspektive (und vielleicht mit ihrem Fachwissen) zu argumentieren, ist vielversprechend für die Suche nach Elementen physikalischchemischen Wissens. In der Auswertung hat sich jedoch gezeigt, daß die Aussagen nicht streng von der disziplinären Identität des Autors abhängen, sondern bestimmte Argumente und Diskursfiguren immer wieder auch fächerüberschreitend zitiert werden.

Am Gesamteindruck der Kirchhoff-Umfrage mag überraschen, daß es um die Jahrhundertwende, einen nicht unerheblichen Anteil von uneingeschränkten Befürwortern des Frauenstudiums gab.<sup>3</sup>

# >Science of Gender< als Interdiskurs

Mich interessiert im folgenden weniger die Frage, wie viele Befürworter und Gegner es unter deutschen Hochschullehrern um 1900 gab, als das Repertoire an Themen, Argumenten und Diskursfiguren, das die Gutachten speist. Dabei steht die Frage im Vordergrund, ob physikalisch-chemische Wissenselemente diesen Geschlechterdiskurs mit konstituierten. Es geht folglich darum, sowohl explizite Zitate physikalisch-chemischer Spezialdiskurse zu erfassen als auch unausgesprochene Voraussetzungen, die implizit auf dieses Spezialwissen verweisen.

Dabei ist davon auszugehen, daß sich im Geschlechterdiskurs nicht isoliert konservierte Elemente von naturwissenschaftlichen Spezialdiskursen finden, sondern im Sinne von Jürgen Links Konzept des Interdiskurses diskursive Elemente mit variabler und flexibler Bedeutung zirkulieren. Naturwissenschaftliche Diskurselemente gewinnen in Interdiskursen an Mehrdeutigkeit, sie erweitern und transformieren ihre Bedeutungen in diskursiven Koppelungen mit allgemeineren Diskursen und Spezialdiskursen anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen (Link 1996, 49ff.).

Um einen Eindruck davon zu geben, welchen relativen Stellenwert der science of gender Interdiskurs im Diskurs um das Frauenstudium hatte, werfe ich ein kurzes Schlaglicht auf einige ausgewählte Diskursfiguren. Die

dominanteste Diskursfigur in verschiedenen Gutachten der Kirchhoff-Studie ist die Dreierformel vom >natürlichen Beruf der Frau« als >Ehefrau, Hausfrau und Mutter«. Dazu finden sich in verschiedenen Gutachten oft identische Formulierungen. Überdies wird diese rhetorische Figur grenzüberschreitend sowohl im Lager der Gegner als auch in dem der Befürworter des Frauenstudiums affirmativ zitiert. Sie ist oft charakteristisch für den Typus des gemäßigten Befürworters und wird in der Form vorgetragen, daß die Frau zwar das Recht und die Befähigung zum Studium besitze, daß jedoch der >natürliche« Beruf der Frau, der Beruf, für den sie am besten geeignet sei, der der >Ehefrau, Hausfrau und Mutter« bleibe.

Eine weitere dominante Diskursfigur ist die von der »sozialen Not unverheirateter höherer Töchter«. Viele Gutachter führen die sozialen Mißstände der Zeit als Argument zugunsten des Frauenstudiums an. Da die Anzahl der Heiraten abnehmen würde, ergebe sich für viele »höhere Töchter« die Notwendigkeit des selbständigen »Broterwerb«. Der »Broterwerb«, der häufig auch mit »Jungfrauenberuf« bezeichnet wird, ist der Gegenbegriff zu dem des »Naturberufs der Frau«. Diese Dichotomie der Berufskonzepte enthält jedoch die eindeutige Abwertung des »Broterwerbs« von Frauen, indem er immer als besondere Notlage und Effekt sozialer Mißstände beschrieben wird (Kirchhoff 1897, 271, 301, 328).

## Bildung schadet dem Frauenkörper

Die Diskursfigur, in die u. a. physikalisch-chemische Wissenselemente eingingen, läßt sich als >Bildung schadet dem Frauenkörper< abkürzen. Sie ist nicht so dominant wie die des >Naturberufes der Frau< oder die der >sozialen Not höherer Töchter<, doch wird in jedem sechsten Gutachten der Kirchhoff-Studie ein Zusammenhang zwischen höherer Mädchenbildung, Frauenstudium und den Gefahren und Schäden für den Frauenkörper hergestellt.<sup>4</sup> Auch Kirchhoff setzt dieses Argument in seiner eigenen Auswertung der Gutachten an die dritte Stelle der am häufigsten vorgebrachten Einwände gegen das Frauenstudium (Kirchhoff 1897, XIf.).

Der Professor für Chemie an der Universität Leipzig, Stohmann, warnt z.B.: »Und wenn nun die gleichen Anforderungen an die Mädchen gestellt werden sollten, bei denen mit etwa 15 Jahren die weibliche Geschlechtsentwicklung hinzukommt, so würde man Krüppel erziehen, die für ihr Leben ruiniert sein würden. Nach meiner Meinung sollte die Begründung weiblicher Gymnasien aus Gesundheitsrücksichten ein für allemal verboten werden« (Kirchhoff 1897, 274). Warum sollte höhere Schulbildung Mädchen zu ›Krüppeln‹ machen? Wie ist der Zusammenhang zwischen geistiger Arbeit und weiblicher Gesundheit in diesem Argument konstruiert?

Johannes Conrad, Professor für Nationalökonomie an der Universität Halle, macht die Konsequenz für die Frage des Frauenstudiums explizit und beruft sich zur Legitimation des Arguments außerdem auf bereits gesammeltes Erfahrungswissen:

Wer Gelegenheit gehabt hat, die Wirkung eines dreijährigen Kursus in den Lehrerinnenseminaren auf den Körper der Mädchen zu beobachten, der weiß, daß schon dort eine sehr erhebliche Zahl der Schülerinnen für ihr Leben in ihrer Gesundheit geschädigt wird und der größte Teil körperlich erheblich reduziert daraus hervorgeht. Wie viele werden es dann sein, welche das Gymnasium mit gesundem Körper verlassen. Wenn es danach für uns ausgeschlossen ist, von den Mädchen Gymnasialbildung zu verlangen, so ist auch das Urteil über das Frauenstudium an unsren Universitäten gesprochen (Kirchhoff 1897, 198).

Beide Zitate zeigen, daß mit der Diskursfigur >Bildung schadet dem Frauenkörper< eine Normierung stattfand, indem Schülerinnen und Studentinnen schwere gesundheitliche Schäden prognostiziert und mit dem Stigma einer erkrankten und mißgebildeten Weiblichkeit als Frauen abgewertet wurden. Pathologisierung ist hier der Modus, in dem der Ausschluß von Frauen aus der Wissenschaft argumentativ begründet und hergestellt wurde. Es handelt sich hier demnach nicht um eine biologisch-deterministische Argumentationsweise, mit der Mädchen und Frauen auf Grund ihrer Biologie die Befähigung zu geistiger Leistung abgesprochen wird. Indem die körperlichen Folgen von geistiger Leistung betont werden, wird die Geschlechtsspezifik vermittelter konstruiert als mit dem Argument, daß Frauen auf Grund ihrer Anatomie nicht zum wissenschaftlichen Arbeiten befähigt seien.

Die Wissenschaften, die jenen biologisch-deterministischen Argumenten zur mangelnden Befähigung von Frauen für die Wissenschaft immer wieder neue harte Fakten« aus vergleichenden Meßreihen lieferten, waren die Phrenologie und Craniometrie. In diesen Wissenschaften wurden seit den 20er Jahren des 18. Jahrhunderts physische Merkmale in mentale und psychologische Charakteristika übersetzt. Mit ausgedehnten Meßreihen von Gehirngewichten, Gehirnvolumina und Vermessungen von Schädeln wurde von physischen Differenzen auf mentale Differenzen geschlossen. Zu den Differenzkategorien, in denen die Meßdaten dann angeordnet wurden, zählten neben den zwei Geschlechtern eine durchaus variierende Anzahl unterschiedlicher »Rassen«. 5 Im Diskurs um das Frauenstudium war die antifeministische Schrift des Professors für Anatomie und Physiologie Theodor L. W. Bischoff (1807–1882) »Das Studium und die Ausübung der Medicin durch Frauen« aus dem Jahr 1872 eine viel zitierte wissenschaftliche Referenz, um die geistige Minderbefähigung von Frauen aufgrund der Anatomie ihrer Gehirne zu belegen. 6

Von deterministischen zu dynamischen Konstruktionsweisen von >Science of Gender«

An den Gutachten der Kirchhoff-Studie läßt sich ablesen, daß die Phrenologie und Craniometrie um 1900 als >sciences of gender im Diskurs um Frauen in der Wissenschaft nur noch eine marginale Rolle spielten.<sup>7</sup> Dieses Ergebnis erscheint mir bedeutend, weil die naturwissenschaftlichen Theorien auf die

statt dessen rekurriert wurde – Evolutionstheorien und Thermodynamik – sich sehr von der Phrenologie und Craniometrie unterscheiden. Der Unterschied ist, daß eher Prozesse und Wandel von Zuständen beschrieben werden und nicht mit absoluten Zahlen operiert wird. Zeitliche Vorstellungen spielen in diesen Forschungsprogrammen eine große Rolle, und insofern haben die Theorien eine historische Dimension. In der Phrenologie und Craniometrie hingegen wird das menschliche Gehirn in einem einseitigen Ableitungsverhältnis als >Landkarte« für geistige Fähigkeiten und Charakterzüge repräsentiert. Anatomie ist in dieser Vorstellung Schicksal, weil sie determiniert und unveränderlich ist.

Evolutionstheorien thematisierten gerade das Gewordensein und die Wandelbarkeit des menschlichen Körpers und der menschlichen Kultur. Mit Jean Baptiste Lamarcks (1744–1829) Transformationstheorie der Arten, die er um 1800 formulierte, und dem von ihm postulierten Mechanismus der »Vererberung erworbener Eigenschaften« ist eine Entwicklungsperspektive eingeführt worden. Darüber hinaus wird das Verhältnis zwischen Natürlichkeit und Sozialität als Wechselverhältnis begriffen, in dem die Möglichkeit der gegenseitigen Einflußnahme angelegt ist. Nicht die Anatomie bestimmt allein Fähigkeiten und soziales Verhalten, sondern Umwelt und soziales Verhalten können sich umgekehrt in Körper einschreiben.

Auch die Thermodynamik ist in ihrer experimentellen Methode und in ihren Theorien eine dynamische Sichtweise. Gegenstand der Thermodynamik ist es, die Umwandlungsprozesse einer Energieform in eine andere quantitativ zu beschreiben. Im 19. Jahrhundert ging es in der technischen Thermodynamik primär um Umwandlungsprozesse in Dampfmaschinen (Wärmeenergie wird von Dampfmaschinen in mechanische Energie transformiert) und um die Optimierung des Wirkungsgrades dieser Maschinen. Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik lieferte den Rahmen für diese Berechnungen. Er besagt, daß die Summe aller Energien in einem geschlossenen System Null ist, d. h. Energie kann weder zerstört noch erschaffen werden. Mit dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik wurde die Unumkehrbarkeit von natürlichen Prozessen thematisiert, und so trat mit ihm die Zeitdimension zu den Betrachtungen über Energieumwandlungen hinzu.

Natura ist in der Sichtweise der Thermodynamik und der Evolutionstheorien nicht ahistorisch und determiniert, sondern geworden und veränderbar. Dies hatte Implikationen für geschlechterpolitische Argumentationsweisen, in denen auf diese naturwissenschaftlichen Wissenselemente Bezug genommen wurde. In den Argumenten der Phrenologie und Craniometrie determiniert der Körper in einer direkten Ableitlungsweise den gesellschaftlichen Ort des Menschen: Im Kontext des Frauenstudiums wurde behauptet, daß Frauen nicht zum wissenschaftlichen Studium befähigt seien, weil sie ein geringeres Hirnvolumen hätten.

Die Argumentation, die ich oben mit Bildung schadet dem Frauenkörper« abgekürzt habe, beinhaltet eine dynamischere Konstruktionsweise von Geschlechterdifferenz. Zum einen ist die Blickrichtung von dem natürlichen« Körper auf den sozialen Ort umgekehrt. Nicht vom Körper wird eine soziale

Befähigung abgeleitet, sondern soziales Verhalten wirkt auf den Körper ein und verändert diesen. Frauen sind nach dieser Argumentation zu wissenschaftlichem Denken generell befähigt, aber als Folge ihrer wissenschaftlichen Betätigung werden negative Auswirkungen auf ihren Geschlechtskörper prognostiziert. Eine deterministische Argumentationsweise wurde hier abgelöst durch ein Folgenabschätzungsargument.

Diese Verkehrung der Sicht- und Ableitungsweise zwischen ›natürlichem Körper‹ und ›gesellschaftlichem Ort‹ ist bemerkenswert und stand in Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Diskursen wie der Evolutionstheorie und Thermodynamik. Mir erscheint dieser Wandel in der Konstruktion von Geschlechterdifferenzen und der Beteiligung von naturwissenschaftlichem Wissen bedeutsam, weil diese flexibilisierten Geschlechterkonstruktionen ein erweitertes Verständnis davon erfordern, wie naturwissenschaftliches Wissen an den Konstruktionsprozessen von Geschlechterdifferenz beteiligt ist. Dem Mechanismus des ›biological determinism‹ müssen noch weitere Modi an die Seite gestellt werden, wie naturwissenschaftliches Wissen und Geschlechterkonstruktion zusammenhängen. Modi, die den Transformationen von naturwissenschaftlichem Wissen gerecht werden und nicht allein auf eine Form naturwissenschaftlichen Wissens Bezug nehmen.

Für die Transformation hin zu wandelbaren Körpern«, prozessualen Denkweisen und ebenso in bezug auf die Öffnung des Verhältnisses von Natürlichkeit und Sozialität muß jedoch festgehalten werden, daß dieser Flexibilisierung in der Geschlechterkonstruktion um 1900 enge Grenzen gesetzt waren. Daß auf naturwissenschaftliche Theorien Bezug genommen wurde, in denen die menschliche Anatomie nicht eindimensional Fähigkeiten und soziales Verhalten determinierte, sondern ein Denk- und Handlungsraum geöffnet würde, in dem Platz für Transformationen des Bestehenden war, läßt nicht den Schluß zu, daß Interdiskurse, in denen diese Wissenselemente konstitutiv waren, durchweg emanzipatorische Positionen in der Frage des Frauenstudiums förderten. Denn in den Argumentationen zum Frauenstudium wirkte ein Diskurselement weiter stabilisierend auf die bestehende Geschlechterordnung: die Norm der idealen Weiblichkeit. Diese sich fortsetzende Normierung begrenzte die neuen Flexibilisierungsmomente, die in diesen Diskursen gleichzeitig enthalten waren.

# Energetische Ökonomie der Geschlechterdifferenz

In dieser flexibilisierten Konstitutionsweise hierarchischer Geschlechterdifferenz wurde neben evolutionstheoretischen Konzepten auf Elemente physikalisch-chemischen Wissens rekurriert. Das Argument, daß akademische Bildung dem Frauenkörper schade, beinhaltet eine energetische Sicht auf den menschlichen Körper. Herbert Spencer, der britische Sozialphilosoph und Popularisierer der Darwinschen Evolutionstheorie, brachte diese Perspektive in einem Gesetz zum Ausdruck, das immer wieder als Referenz zitiert wurde, wenn vor den schädlichen körperlichen Folgen des Frauenstudiums gewarnt

wurde. Spencer arbeitete mit einem energetischen Modell der Geschlechterdifferenz. Die Dampfmaschine und die darin stattfindenden energietransformierenden Prozesse dienten ihm in seinen Ausführungen zur menschlichen Physiologie immer wieder als Analogie (z.B. Spencer 1859, 394; 1867, 490f.). Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik, der Energieerhaltungssatz, wurde von Spencer als universal gültiges Naturgesetz zitiert und auf die menschliche Physiologie angewendet (Spencer 1852, 479).

Schon in der Geschichte der Formulierung des Energieerhaltungssatzes sind Thermodynamik und Physiologie und damit die Sicht auf Maschinen und auf Körper ineinander verschränkt (vgl. Rabinbach 1990). Zwei der Männer, die sich in den 40er und 50er Jahren des 19. Jahrhunderts an der Formulierung dieses physikalischen Gesetzes beteiligten, waren Physiologen und Ärzte: Hermann von Helmholtz (1821–1894) und Julius Robert Mayer (1814–1878). Besonders in der Arbeit von Helmholtz ist die Überschneidung von Wissen über Energieumwandlungen in Dampfmaschinen und Wissen über die Energieumwandlungen in Tier- und menschlichen Körpern offensichtlich (vgl. Brain/Wise 1994).

Spencer bezieht sich in seinen Ausführungen auf die Arbeiten von Helmholtz zum Energieerhaltungssatz und konstruiert ein Modell des menschlichen Körpers, in dem jedem Individuum nur ein begrenzter Betrag an Energie zur Verfügung steht:

For Nature is a strict accountant, and if you demand of her in one direction more than she is prepared to lay out, she balances the account by making deduction elsewhere. (...) Let it never be forgotten that the amount of vital energy which the body at any moment possesses is limited; and that, being limited, it is impossible to get from it more than a fixed quantity of results (Spencer 1859, 389).

Die Metapher der Natur als strenge Buchhalterin, weist auf diskursive Verknüpfungen zwischen ökonomischen und energetischen Diskursen hin. Die Analogie zwischen Geld und Energie als Wertformen, die den gleichen Naturgesetzen folgen, war im 19. Jahrhundert virulent (vgl. Wise 1988 und Wise/ Smith 1989–1990). Spencers ökonomisches Modell in dieser Analogie ist sehr einfach: Eine doppelte Buchführung, in der Einnahmen und Ausgaben festgehalten und Finanz/-Energiehaushalte kontrolliert und gesteuert werden. Energie ist in Spencers Modell analog dem Geld eine beschränkte, knappe Ressource und nach dem Energieerhaltungssatz von einer Energieform in eine andere wandelbar, kann jedoch nicht vermehrt werden, so daß sich die energetische Ökonomie des menschlichen Körpers bei Spencer wie ein Nullsummen-Spiel darstellt. Einzelne Organe konkurrieren um Energieressourcen des Gesamtorganismus. Die Hauptenergieverbraucher in Spencers energetischer Ökonomie des menschlichen Körpers sind das Gehirn und die Fortpflanzungsorgane (Spencer 1852, 492). Sein im Diskurs um das Frauenstudium immer wieder zitiertes Gesetz, daß Individuation9 und Fruchtbarkeit in einem umgekehrt proportionalem Verhältnis zueinander stünden – d. h. je größer die

Individuation, desto geringer die Fruchtbarkeit und vice versa –, konstruiert geistige Arbeit und biologische Reproduktion als polaren Gegensatz. Der Grund, warum geistige Arbeit die reproduktiven Energien bei Frauen weit mehr schwäche als bei Männern, ist an die Prämisse gekoppelt, daß das weibliche Fortpflanzungssystem weit mehr Energie verbrauche als das männliche (Spencer 1867, 486). Biologische Reproduktion ist hier der Nexus, über den die energetische Argumentation mit der Konstruktion von Geschlechterhierarchie verknüpft ist.

Die Diskursüberschneidung zwischen Thermodynamik, Physiologie und Geschlechterpolitik, die ich benergetische Ökonomie der Geschlechterdifferenz« nenne, war in antifeministischen Standardwerken zur Frage des Frauenstudiums sehr präsent. In dem Buch des Psychiaters Paul Julius Möbius bom physiologischen Schwachsinn des Weibes« ist dieser Zusammenhang schon im Titel angedeutet und wird in Variationen im Text wiederholt: boffenbar ist das Urphänomen der Gegensatz zwischen Gehirnthätigkeit und Fortpflanzung. Beide Funktionen sind eng verknüpft, aber je mehr die eine das Übergewicht erhält, umso mehr leidet die andere.« Und: büberdem wird von vornherein die Qualität der Kinder zu wünschen übrig lassen, denn die Früchte der Gehirndamen zeichnen sich nicht durch Kraft aus und es fehlt an Muttermilch« (Möbius 1907, 27, 40).

Nach dem Modell der venergetischen Ökonomie der Geschlechterdifferenze mangelt es studierten Frauen an vitaler Energie, um optimale Produkte ihrer Reproduktionsfähigkeit zu erzielen. Das Resultat dieses energetischen Mißmanagements seien Kinder, denen inner- und außerhalb des Mutterleibs, zu wenig vitale Energie für eine gesunde Entwicklung zur Verfügung gestellt würde. Weiter wird diese Verknüpfung von geistiger Arbeit und geschwächter Reproduktionsfähigkeit von Frauen durch Lamarcks Paradigma der »Vererbung erworbener Eigenschaften« und die Vorstellung unterstützt, daß eine geschwächte körperliche Konstitution auf die Nachkommen übertragen würde.

Die Verknüpfung zwischen thermodynamischem Wissen und Geschlechterpolitik wurde auch von Akteuren aus den physikalischen Wissenschaften selbst hergestellt, wie das folgende Zitat des Mitbegründers der Physikalischen Chemie und prominenten Energetikers Wilhelm Ostwald (1853–1932) exemplarisch zeigt:

Ich möchte aber doch den allgemeinen Gesichtspunkt hier hervorheben, daß dieses biologische Gesetz der Begrenztheit anscheinend zu deuten ist als ein spezieller Fall des allgemeinen Gesetzes von der Unerschaffbarkeit der Energie. (...) Hieraus würde also hervorgehen, daß ungewöhnliche zerebrale Leistungen im allgemeinen mit Unzulänglichkeiten in anderen Leistungen verbunden sein werden, die eine erhebliche Energieausgabe erfordern. Daß zum Beispiel die Fortpflanzungsarbeit einen ganz erheblichen Teil der vitalen Energie in Anspruch nimmt, ist wohlbekannt. Es handelt sich hier um die Konkurrenz zweier Gebiete von maximaler Bedeutung für das Leben der Rasse, und bei annähender Unveränderlichkeit der Gesamtenergie liegen die Möglichkeiten der Variationen wohl nur in solchem Sinne, daß entweder die eine

oder die andere Art der Energieausgaben auf Kosten der anderen gesteigert werden kann (Ostwald 1929,200).

In der Konsequenz ergibt sich für Ostwald aus diesen energetisch-ökonomischen Überlegungen, daß die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung von intellektueller und Reproduktionsarbeit die energetisch günstigste gesellschaftliche Organisationsform beider Geschlechter sei.

Kritische Interventionen zu dieser »energetischen Ökonomie der Geschlechterdifferenz« stammten u. a. von Frauenrechtlerinnen wie Hedwig Dohm (1833–1919), Johanna Elberskirchen (o. A.) und Oda Olberg (1872–1955), die zwar die Relevanz der Naturwissenschaft für die Frauenfrage nicht gänzlich zurückwiesen, jedoch die soziale Dimension der Frauenfrage darüber nicht in den Hintergrund gerückt sehen wollten (Dohm 1902, Elberskirchen 1903, Olberg 1902).

Am Beispiel der in der Kontroverse um das Frauenstudium bedeutsamen Diskursfigur einer venergetischen Ökonomie der Geschlechterdifferenz« wird deutlich, daß auch Wissenselemente aus den physikalischen Wissenschaften Teil eines geschlechterpolitischen Diskurses sein können und in Konstruktionen hierarchischer Geschlechterdifferenz eingehen. Die Grenzziehung zwischen den Lebenswissenschaften als >sciences of gender auf der einen und den physikalischen Wissenschaften auf der anderen Seite wird damit brüchiger. Beide sind an den Prozessen der Produktion wissenschaftlichen Wissens zu hierarchischer Geschlechterdifferenz beteiligt. Deutlich geworden ist nicht nur, daß die Wissenselemente aus den sogenannten harten Naturwissenschaften nicht isoliert sind und in einem direkten Vermittlungsschritt in Geschlechterkonstruktionen eingehen, sondern auch, daß diese Wissenselemente, an Relevanz gewinnen, wenn sie, wie in unserem Beispiel des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik, Knotenpunkt für eine Mehrzahl von Diskursverknüpfungen verschiedener Spezialdiskurse wie der Thermodynamik, Dampfmaschinentechnik, Physiologie, Evolutionstheorie und Ökonomie sind.

Krisendiskurse um 1900: Instabile Geschlechtsidentitäten, Degeneration und Entropie

Der Streit um Frauen in der Wissenschaft war auch ein Diskurs um Geschlechtsidentitäten und kreiste immer wieder um die Vorstellung, daß die Stabilität und die Eindeutigkeit dessen, was Männlichkeit und was Weiblichkeit ausmache, bedroht sei.

Die Menschheit muß versinken, wenn die Männer zu Weibern werden; sie kann noch weniger bestehen, wenn die Weiber männlich werden. Die Einseitigkeit, die wir fachmäßige wissenschaftliche Bildung nennen, ist der Männer Sache. Banausentum, bei den Männern ist schlimm. Aber der schrecklichste der Schrecken ist die Wissenschaftlichkeit der Weiber (Lasson in Kichhoff 1897, 167).

Die Vorstellung, daß Frauen und Männer sich in der Universität, in den Hörsälen und Laboren »vermischen« würden, war verknüpft mit einer bedrohlichen Verwischung der Grenze zwischen den Geschlechtern. Durch den gemeinsamen Unterricht würden die Studentinnen »vermännlichen«, z.B. indem sie durch Anatomievorlesungen ihre weibliche Schamhaftigkeit verlören oder durch die geistige Anstrengung in der Logik der »energetischen Ökonomie der Geschlechterdifferenz« ihre weibliche Gesundheit, d. h. ihre Fruchtbarkeit einbüßten. Aber nicht nur die Weiblichkeit der Frauen wurde als gefährdet empfunden, sondern auch die Männlichkeit der Männer, bzw. die Männlichkeit der Wissenschaft. Mit »Verweiblichung der Wissenschaft« ist in den Kirchhoff-Gutachten zumeist das Herabsinken des Niveaus des akademischen Unterrichts und eine Verweichlichung der positiv als »rauh« charakterisierten akademischen Kultur, des studentischen Umgangstons angesprochen.

Die Krisenphantasie einer bedrohten Weiblichkeit konzentrierte sich auf die weibliche Fortpflanzungsfunktion, womit ein Kontinuum zwischen individuellem Frauenkörper und kollektivem >Volkskörper< hergestellt war. Der Frauenkörper verkümmere durch geistige Arbeit individuell und bedrohe die >Zukunft der Rasse<. In den Kirchhoff-Gutachten manifestiert sich diese Verknüpfung in der Form, daß das Argument >Bildung schadet dem Frauenkörper< oft mit dem Argument >Frauenbildung schwächt die Gesundheit der nachfolgenden Generation
verknüpft wird. So z.B. in dem Gutachten von Max Planck (1858–1947), zu diesem Zeitpunkt Direktor des Instituts für theoretische Physik der Universiiät Berlin:

Im allgemeinen kann man aber nicht stark genug betonen, daß die Natur selbst der Frau ihren Beruf als Mutter und als Hausfrau vorgeschrieben hat, und daß Naturgesetze unter keinen Umständen ohne schwere Schädigungen, welche sich im vorliegenden Fall besonders an dem nachwachsenden Geschlecht zeigen würden, ignoriert werden können (Kirchhoff 1897, 257).

Der oben bereits zitierte Psychiater Möbius drückt diesen Zusammenhang zwischen Frauenbildung und >Volksgesundheit< noch expliziter aus:

Viel wichtiger scheint mir das zu sein, dass die Ärzte sich eine klare Vorstellung von dem weiblichen Gehirn- und Geisteszustande verschaffen, dass sie die Bedeutung und den Werth des weiblichen Schwachsinns begreifen, und dass sie alles thun, was in ihren Kräften steht, um im Interesse des menschlichen Geschlechtes die widernatürlichen Bestrebungen der >Feministinnen< zu bekämpfen. Es handelt sich hier um die Gesundheit des Volkes, die durch die Verkehrtheit der >modernen Frauen< gefährdet wird (Möbius 1907, 26).

Diese Krisenszenarios, die Bestandteile des Diskurses um das Frauenstudium waren, verweisen auf einen unfassenderen Diskurs um die Jahrhundertwende, an dem viele Spezialdiskurse beteiligt waren. Degeneration bzw. Entartung 10, ist das Konzept, das um 1900 eine Großzahl von Untergangsszenarios bündelte (vgl. Chamberlin/Gilman 1985).

Ein Nexus, der Frauenemanzipation, Evolutionstheorien und Thermodynamik als Krisendiskurse verbindet, wird durch das Bild der Angleichung und Nivellierung hergestellt. Die Vorstellung, die Fortschritt mit Differenzierung und Regression mit der Angleichung von Differenzen assoziiert, wird von der Evoutionstheorie Charles Darwins (1809–1882) gestützt, in der >divergence of character als Fortschrittsprinzip der Evolution postuliert ist (Darwin 1964, 127f.). Dieses evolutionstheoretische Prinzip diente als Legitimation der Geschlechterhierarchie im Diskurs um das Frauenstudium und wurde mit dem Organisationsprinzip der geschlechtsspezifischen Arbeitsteilung verknüpft: »Dabei vergesse man nicht, daß die heutige positive Fähigkeit des Weibes nicht eine Folge der Erziehung dieses Jahrhunderts, sondern unzähliger Jahrtausende ist. Diese wunderbar positive Befähigung wäre bald verloren, schwer wiederzugewinnen« (Steinthal in Kirchhoff 1897, 216). Und Patrick Geddes und Arthur Thomson, die Autoren des Bestsellers > The Evolution of Sex < formulieren: »The differences (between the sexes, D. H.) may be exaggerated or lessened, but to obliterate them it would be necessary to have all the evolution over again on a new basis. What was decided among the prehistoric Protozoa cannot be annulled by Act of Parliament« (Geddes/Thomson 1889, 267).

Differenzierung als Fortschrittsprinzip in der Evolutionstheorie findet ein negatives Pendant in der Thermodynamik. Die Degenerationsängste, die in der Evolutionstheorie implizit angelegt sind, hat in den physikalischen Wissenschaften in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhundert kein Gesetz vergleichbar stimuliert wie der 2. Hauptsatz der Thermodynamik, das Entropieprinzip. Die Geschichte des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik geht zurück auf den französischen Ingenieur Sadi Carnot (1796-1832), der an dem Problem arbeitete, die Wirkungsgrade von Dampfmaschinen zu optimieren. Carnot wies 1871 nach, daß Arbeit in einer Dampfmaschine dann verrichtet wird, wenn im System eine Temperaturdifferenz vorhanden ist (im Fall der Dampfmaschine durch die Temperaturdifferenz zwischen Boiler und Kondensator) und daß Wärmeenergie nie vollständig in mechanische Energie transformiert werden kann, sondern Energieverluste durch Wärmeleitung entstehen. Mit dem Entropiebegriff, 1865 von Rudolf Clausius (1822–1888) eingeführt, wird in der Thermodynamik die Tendenz beschrieben, daß bei jeder Energieumwandlung die nicht weiter verwertbare Energie eines geschlossenen Systems zunimmt. Wärmeenergie wird nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik ohne äußeren Zwang immer nur von einem wärmeren auf einen kälteren Körper übertragen und nie in umgekehrter Richtung. Wärmeübertragung ist demnach ein irreversibler Prozeß. Alle natürlichen Prozesse seien irreversible Prozesse und gingen mit einer Entropiezunahme einher. In Clausius Worten: »Die Entropie des Universums strebt einem Maximum zu« (Clausius 1865, 400).

Thermodynamik als Degenerationsdiskurs manifestiert sich in kosmologischen und in soziopolitischen Interpretationen des Entropieprinzips. Eine kosmologische Interpretation, die große Popularität erlangte, lieferte Hermann von Helmholtz. Er prophezeite dem Universum die ewige Ruhe« (Helmholtz 1854, 52). Die apokalyptische Vorstellung, daß sich die Temperaturdifferenzen im Weltall angleichen würden, die Erde für den Menschen in nicht allzu ferner

Zukunft unbewohnbar und alles Leben erlöschen würde, zeichnete eine dunkle Zukunft – im wahrsten Sinne des Wortes. Das Bild der langsam sterbenden Sonne, begründet mit dem Entropieprinzip, war ein weiteres wirkmächtiges Bild, das Degenerationsdiskurse am Ende des 19. Jahrhunderts stützte (Beer 1996, 219–241).

In soziopolitischen Interpretationen des Entropieprinzips wurden Prozesse, die Angleichung« oder Gleichstellung« beinhalten, mit Degeneration identifiziert. So stellten die beiden britischen Physiker Balfour Stewart und Peter Guthrie Tait in ihrem populären Physik-Lehrbuch aus dem Jahr 1875 folgende physiko-politische Analogie auf: »In other words, the tendency of heat is towards equalization; heat is par excellence the communist in our universe, and it will no doubt ultimately bring the present system to an end« (Stewart/Tait zit. nach Myers 1985, 57). Diese Analogie, hergestellt vier Jahre nach dem Fall der Pariser Kommune, verknüpft das Entropieprinzip als Prinzip des Untergangs mit dem Kommunismus als Apokalypse der bürgerlichen Gesellschaft. Beide Prinzipien verringern soziale bzw. thermische Differenzen und bedrohen so Systeme, die auf Differenzen als Strukturprinzip aufbauen. »The logical consequence of equalizing the heat differences was the heatdeath. Similarly, the consequence of the social equalization was the decline of the bourgeoisie itself« (Osietzky 1991, 62).

Auch bei Ostwald findet sich diese Übersetzung des physikalischen Konzepts der Angleichung von Temperaturdifferenzen in das soziale Konzept der Angleichung, und er wendet den zweiten Hauptsatz sogar auf die biologische Geschlechterdifferenz an:

Während wir über die Gültigkeit dieses Gesetzes (des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik, D. H.) in der physischen Welt alle nur wünschbare Sicherheit haben, kann seine Anwendung auf menschliche Angelegenheiten vielleicht in Zweifel gezogen, werden. Doch wird es, wie mir scheint, bei sachgemäßer Auffassung auch hier sich anwenden lassen. (...) Doch scheint mir der allgemeine Satz richtig zu sein, daß eine Zunahme der Kultur die Unterschiede zwischen Beschaffenheit und dem Zustande der einzelnen Menschen zu vermindern bestrebt ist. Die Kultur gleicht nicht nur die allgemeine Lebensführlung aus, sondern vermindert sogar die natürlichen Unterschiede des Geschlechtes und des Alters (Ostwald 1905, 252).

Ostwalds Rezeption des 2. Hauptsatzes ist jedoch ein Beispiel dafür, wie er nahtlos auch in eine szientistische, fortschrittsgläubige Weltsicht eingebunden werden konnte. Bei Ostwald stützt der 2. Hauptsatz der Thermodynamik keine kulturpessimistischen Prognosen, sondern ist integriert in ein Weltbild rationalisierender Effizienz und wandelt sich in einen, mit Absicht an den Kantschen Kategorischen Imperativ angelehnten Leitsatz, den energetischen Imperativ: »Vergeude keine Energie, verwerte, und veredle sie!« (Ostwald 1912) Auf das Geschlechterverhältnis übertragen bedeutet der energetische Imperativ für Ostwald: »(...) daß bei praktischer Anerkennung der erwähnten Teilung der Funktionen beide Geschlechter ihr Leben mit dem größten Erfolg und den

geringsten Energievergeudungen, also am glücklichsten zurücklegen können« (Ostwald 1909, 23).

Ostwald blickt auf das Geschlechterverhältnis wie ein Ingenieur, der den Wirkungsgrad einer Dampfmaschine zu erhöhen bestrebt ist. Für den Sozialingenieur Ostwald ist die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung das soziale Organisationsprinzip mit dem größten Wirkungsgrad und den geringsten Energieverlusten.

### Fazit

Ein Zusammenhang zwischen Thermodynamik und Geschlechterdynamik läßt sich um 1900 an einem Interdiskurs festmachen, in dem der Energieerhaltungssatz als Knotenpunkt und Vehikel fungiert und der im Diskurs um das Frauenstudium als Modell einer »energetischen Ökonomie der Geschlechterdifferenz« präsent war. Das Entropieprinzip ging als weiteres Wissenselement aus der Thermodynamik in geschlechterpolitische Diskurse um 1900 ein. Dabei wirkte das Entropieprinzip als Bestandteil eines umfassenderen Degenerationsdiskurs normierend in der Form, daß Veränderungen der bestehenden Gesellschaftsordnung mit Bedrohungs- und Untergangsszenarien assoziiert wurden.

Mit dieser Rekonstruktion zur Thermodynamik als >science of gender« eröffnen sich neue Denkräume zur kritischen Reflexion von Konstruktionsprozessen hierarchischer Geschlechterdifferenz. Die physikalischen Wissenschaften insgesamt mehr in die feministische Naturwissenschaftsforschung und in die feministische Historiographie einzubeziehen, ist notwendig und vielversprechend. Notwendig, um den sogenannten harten Naturwissenschaften nicht immer wieder implizit den epistemologischen Sonderstatus einer von sozialen Prozessen weit entfernten Wissenschaft zuzuweisen und vielversprechend wegen eines erweiterten Verständnisses von Kontruktionsprozessen hierarchischer Geschlechterdifferenz.

### Anmerkungen

- 1 Vgl. zum Methodenproblem der feministischen Kritik an Chemie und Physik Heinsohn 1997.
- 2 Ausführlicher zu dieser Systematik des Forschungsfeldes >Feministische Naturwissenschaftskritik vgl. Heinsohn 1998.
- In der Sekundärliteratur zur Kirchhoffstudie gibt es sehr divergierende Einschätzungen zur Tendenz der Gesamtheit der Gutachten. Anne Schlüter kommt in ihrer Interpretation der Gutachten zu dem Schlüß: »Tatsache ist aber, daß nur wenige Hochschullehrer das Studium uneingeschränkt bejahten« (Schlüter 1986, 17). Anders argumentiert Karin Hausen, die die 104 Stellungnahmen von Hochschullehrern in 45 uneingeschränkte Befürworter, 32 Gegner des Frauenstudiums und 27 ›Jein«Gutachten einteilte (Hausen 1986, 33). Brigitte Bimmler vergleicht die Kirchhoffstudie mit einer Studie aus dem Jahr 1960 und kommt zu dem Schluß, daß es in der über 60 Jahre älteren Studie eine weniger ablehnende Haltung gegenüber dem Frauenstudium von Hochschullehrenden gibt als um 1960. Bimmler inter-

pretiert, daß 52% der von Kirchhoff befragten nicht an der Befähigung der Frau zum wissenschaftlichen Studium zweifelten (Bimmler 1972, 11). Die große Diskrepanz der Interpretationen der Kirchhoff-Studie in der Sekundärliteratur zeigt, wie schwierig eine eindeutige Zuordnung der Gutachter in >Befürworter< oder >Gegner< ist. Auch Hausens große Anzahl der >Jein-Positionen< (1/4 der Erhobenen) zeigt, daß die Kirchhoff-Gutachten mit ihren meist das >Für< und >Wider< abwägenden Erörterungen schwer allein diesen zwei Kategorien zuzuordnen sind.

- 4 In 21 Gutachten der insgesamt 122 Gutachten der Kirchhoff-Studie wird dieser Zusammenhang postuliert und zitiert. Die überwiegende Mehrheit sind Hochschullehrer aus medizinisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen.
- 5 Am Beispiel der Phrenologie und Craniometrie ist der Bezug zwischen der Konstruktion von Geschlechterdifferenz und dem Postulat verschiedener Rassen und ihrer Differenzen sehr deutlich. Siehe z.B. Russett 1989, 16–77; Schiebinger 1990; Stepan 1993.
- 6 Weitere prominente >Wissenschaftler der anatomischen Geschlechterdifferenz<, die im Diskurs um das Frauenstudium im Deutschen Reich zitiert wurden, sind Havelock Ellis (1859-1939), Arzt und Mitbegründer der britischen Sexualwissenschaft, und Cesare Lombroso (1835-1909), Chirurg, Experte auf dem Gebiet der Anatomie und Physiologie des Gehirns und Begründer der krimiologischen Anthropologie in Italien.</p>
- 7 Hier weiche ich von der Interpretation Andrea D. Buhrmanns ab, derzufolge sich an der Kirchhoff-Studie zeige, daß Gegner des Frauenstudiums physio-psychologische Geschlechterdifferenzen postulierten und auf die Phrenologie und Craniometrie rekurrierten (Bührmann 1999, 141-146). Nach meiner Auswertung wird in keinem in der Kirchhoff-Studie veröffentlichten Gutachten affirmativ auf Forschungsergebnisse der Phrenologie und Craniometrie Bezug genommen, sondern diejenigen Gutachter, die Bezug nehmen, tun dies, um sich von diesen Wissenschaften und ihrer Autorität in der Frage des Frauenstudiums zu distanzieren.
- 8 Zur Geschichte der Formulierung des Energieerhaltungssatzes siehe Kuhn 1977.
- 9 Der Begriff Individuation hat bei Spencer verschiedene Bedeutungen. Bei seinen Ausführungen über Populationstheorien im Tierreich meint er >Selbsterhaltung« des Individuums, die er in Beziehung zur >Arterhaltung« setzt. Bei seinen Ausführungen über die menschliche Physiologie, Evolution und Geschlechterdifferenz meint >Individuation« im Rahmen seines zivilisatorischen Fortschrittsmodells >intellektuelle Entwicklung«.
- 10 So der Titel des für diesen Diskurs einflußreichen Buches von Max Nordau; einem kulturpessimistischen, apokalyptischen Buch, in dem er für seine Kritik der Moderne Diskurselemente aus der Psychiatrie, Evolutionstheorie, Philosophie und Soziologie verbindet (Nordau 1893).

### Literatur

- Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Nachlaß Ostwald. Nr. 1487, Brief von Arthur Kirchhoff an Wilhelm Ostwald vom 26. Januar 1896.
- Beer, Gillian (1996): >The Death of the Sun<: Victorian Solar Physics and Solar Theory. In: dies.: Open Fields: Science in Cultural Encounter. Oxford, S. 219-241.
- Bimmler, Brigitte (1972): Das Selbstverständnis der Akademikerin in Beruf und Familie. Eine Empirische Untersuchung an Hessischen Hochschulen. Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen.
- Bischoff, Theodor L. W. von (1872): Das Studium und die Ausübung der Medicin durch Frauen. München.
- Brain, Robert M./Wise, M. Norton (1994): Muscles and Engines: Indicator Diagrams and Helmholtz's Graphical Methods. In: Krüger, Lorenz (Hrsg.): *Universalgenie Helmholtz*. Berlin, S. 124–145.
- Bührmann, Andrea Dorothea (1999): Die Verweiblichung von Erwerbstätigkeit um 1900 kon-

- struktionslogische und normalismustheoretische Überlegungen zur Transformation der natürlichen« Geschlechterordnung. In: Sohn, Werner/Mehrtens, Herbert (Hrsg.): Normalität und Abweichung. Studien zur Theorie und Geschichte der Normalisierungsgesellschaft. Opladen, Wiesbaden, S. 141–160.
- Chamberlin, J. Edward/Gilman, Sander L. (Hrsg.) (1985): Degeneration: The Dark Side of Progress. New York.
- Clausius, Rudolf (1865): Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie. In: Annalen der Physik. Jg. 125, S. 353-400.
- Costas, Ilse (1992): Der Kampf um das Frauenstudium im internationalen Vergleich. In: Schlüter, Anne (Hrsg.): Pionierinnen Feministinnen Karrierefrauen? Zur Geschichte des Frauenstudiums in Deutschland. Pfaffenweiler, S. 115-144.
- Darwin, Charles (1964) [1859]: On the Origin of Species by Means of Natural Selection. Cambridge und London.
- Dohm, Hedwig (1902): Die Antifeministen. Ein Buch der Verteidigung. Berlin.
- Elberskirchen, Johanna (1903): Feminismus und Wissenschaft. Eine Entgegnung gegen Möbius' »Schwachsinn des Weibes«. Leipzig.
- Fausto-Sterling, Anne (1985): Myths of Gender. Biological Theories About Women and Men. New York.
- Geddes, Patrick/Thomson, Arthur J. (1889): The Evolution of Sex. London.
- Haraway, Donna (1989): Primate Visions. Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science. New York und London.
- Hausen, Karin (1986): Warum Männer Frauen zur Wissenschaft nicht zulassen wollten. In: Hausen, Karin/Nowotny, Helga (Hrsg): Wie Männlich ist die Wissenschaft? Frankfurt a. M., S. 31-40.
- Heinsohn, Dorit (1997): Grenzgängerinnen. Auf der Suche nach Methoden für die feministische Kritik an den Inhalten der Physik und Chemie. In: Koryphäe. Medium für feministische Naturwissenschaft und Technik Nr. 21, S. 18-22.
- Heinsohn, Dorit (1998): Feministische Naturwissenschaftskritik. Eine Einführung. In: Petersen, Barbara/Mauß, Bärbel (Hrsg.): Feministische Naturwissenschaftsforschung. Science & Fiction. Mössingen-Talheim, S. 14–32.
- Helmholtz, Hermann v.(1854): Über die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittelungen der Physik. In: ders. *Populäre Vorträge*. Königsberg 1878, S.3–48.
- Honegger, Claudia (1996) [1991]: Die Ordnung der Geschlechter. Die Wissenschaften vom Menschen und das Weib, 1750-1850. München.
- Jordanova, Ludmilla (1989): Sexual Visions. Images of Gender in Science and Medicine beween the Eighteenth and Twentieth Centuries. Wisconsin.
- Keller, Evelyn Fox (1992): Secrets of Life, Secrets of Death: Essays on Language, Gender and Science. New York.
- Keller, Evelyn Fox (1995a): Origin, History and Politics of the Subject Called >Gender and Science A first Person Account. In: Jasanoff, Sheila [et al.] (Hrsg.): Handbook of Science and Technology Studies. Thousand Oaks [et al.], S. 80-94.
- Keller, Evelyn Fox (1995b): Refiguring Life: Metaphors in Twentieth Century Biology. New York
- Kirchhoff, Arthur (Hrsg.) (1897): Die akademische Frau. Gutachten hervorragender Universitätsprofessoren, Frauenlehrer und Schriftsteller über die Befähigung der Frau zum wissenschaftlichen Studium und Berufe. Berlin.
- Kuhn, Thomas S.: Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery. In: *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change.* London und Chicago 1977. S. 66–104.
- Laqueur, Thomas (1990): Making Sex. Body and Gender From the Greeks to Freud. Cambridge und London.
- Link, Jürgen (1996): Versuch über den Normalismus: Wie Normalität produziert wird. Opladen.

Myers, Greg (1985): Nineteenth-Century Popularizations of Thermodynamics and the Rhetoric of Social Prophecy. In: *Victorian Studies*. Jg. 29, H. (Autumn), S. 35-66.

- Möbius, Paul J. (1907): Über den physiologischen Schwachsinn des Weibes. 8. veränderte Aufl., Halle a. d. S.
- Nordau, Max (1893): Entartung. Berlin.
- Olberg, Oda (1902): Das Weib und der Intellectualismus. Berlin und Bern.
- Osietzki, Maria (1991): Rudolf Clausius Entropy and Environment. In: Martinás, K. [et al.] (Hrsg.): Thermodynamics: History and Philosophy. Facts, Trends, Debates. Singapore, S. 57-62.
- Osietzki, Maria (1995): Vom Perpetuum Mobile zur Energietechnik. In: Metis H. 1, S. 18-28. Ostwald, Wilhelm (1905): Persönlichkeit und Unsterblichkeit. In: ders.: Die Forderung des Tages. 2. verbesserte Aufl., Leipzig 1911, S. 235-264.
- Ostwald, Wilhelm (1909): Die Frauen und die Wissenschaft. In: Unterhaltungsbeilage der Berliner Nachrichten. Nr. 647, 21. Dezember, S. 23-24.
- Ostwald, Wilhelm (1912): Der energetische Imperativ. Leipzig.
- Ostwald, Wilhelm (1929): Persönlichkeitsforschung. Vererbung und Geschlechtsleben. Jg. 2 H. 4, S. 193-201.
- Potter, Elizabeth (1989): Modeling the Gender Politics in Science. In: Tuana, Nancy (Hrsg.): Feminism & Science. Bloomington und Indianapolis, S. 132-146.
- Rabinbach, Anson (1990): The Human Motor. Energy, Fatigue, and the Origins of Modernity. Berkeley und Los Angeles.
- Rübsamen, Rosemarie (1983): Patriarchat der (un-)heimliche Inhalt der Naturwissenschaft und Technik. In: Pusch, Luise (Hrsg.): Feminismus. Inspektion der Herrenkultur. Frankfurt a. M., S. 290–307.
- Russett, Cynthia Eagle (1989): Sexual Science: The Victorian Construction of Womenhood. Cambridge und London.
- Scheich, Elvira (1985): Was hält die Welt in Schwung? Feministische Ergänzungen zur Geschichte der Impetustheorie. In: Feministische Studien. H. 1, S. 10–32.
- Schiebinger, Londa L. (1990): The Anatomy of Difference: Race and Sex in Eighteenth-Century Science. In: Eighteenth-Century Studies. Jg. 23, H. 4, S. 387–405.
- Schiebinger, Londa L. (1993): Nature's Body: Gender in the Making of Modern Science. Boston. Schlüter, Anne (1986): >Wenn zwei das Gleiche tun, ist das noch lange nicht dasselbe« Diskriminierungen von Frauen in der Wissenschaft. In: Schlüter, Anne/Kuhn, Annette (Hrsg.): Lila Schwarzbuch. Zur Diskriminierung von Frauen in der Wissenschaft. Düsseldorf, S. 10-33.
- Schmersahl, Katrin (1998): Medizin und Geschlecht. Zur Konstruktion der Kategorie Geschlecht im medizinischen Diskurs des 19. Jahrhunderts. Opladen.
- Spanier, Bonnie B. (1995): Im/Partial Science: Gender Ideology in Molecular Biology. Bloomington und Idianapolis.
- Spencer, Herbert (1852): A Theory of Population Deduced from the General Law of Animal Fertility. In: Westminster Review, Jg. 62, D. 468-501.
- Spencer, Herbert (1859): Physical Training. In: British Quarterly Review, H. (April), S. 362-397.
- Spencer, Herbert (1867): A System of Synthetic Philosophy, Bd. 2: The Principles of Biology. London.
- Stepan, Nancy Leys (1993): Race and Gender. The Role of Analogy in Science. In: Harding, Sandra (Hrsg.): \*\*Racial\*\* Economy of Science. Bloomington und Idianapolis, S. 359–376.
- Tuana, Nancy (1993): The Less Noble Sex. Scientific, Religious, and Philosophical Conceptions of Woman's Nature. Bloomington und Indianapolis.
- Wise, M. Norton (1988): Mediating Machines. In: Science in Context. Jg. 2, H. 1, S. 77-113.
- Wise, M. Norton/Smith, Crosbie (1989–1990): Work and Waste. Political Economy and Natural Philosophy in Nineteenth Century Britain. In: *History of Science*, 3 Teile, Teil I (1989) Jg. 27, S. 263–301, Teil II (1989) Jg. 27, S. 391–449 und Teil III (1990) Jg. 28, S. 221–261.