

# Deutungen der Informatik als Ingenieurwissenschaft

© Britta Schinzel

## **Einleitung:**

Das noch nicht konsolidierte Selbstverständnis der Informatik umfasst ein weites Spektrum von Vorstellungen, das von streng formalen Mathematik-nahen über Technik-zentrierte als Ingenieurwissenschaft bis hin zu Auffassungen der Informatik als interdisziplinäre Gestaltungs- oder Medienwissenschaft reicht. All diese Selbstdeutungen führen Leitbilder, symbolische Interpretationen, Wert- und Zielvorstellungen mit sich und sie haben unterschiedliche epistemologische und methodische Konsequenzen. Nicht zuletzt tragen verschiedene Leitbilder, ob berechtigt oder nicht, auch unterschiedliche symbolische Konnotationen mit sich, die sich in Bezug auf die Inklusion der Geschlechter als nicht neutral erweisen, d.h. ein gendering des Faches bewirken können.

Zunächst wird ein kurzer Abriss der Entwicklung und des heutigen Selbstverständnisses der Informatik gegeben, worauf verschiedene Technikbegriffe erklärt und in Bezug auf die Informatik diskutiert werden. Dann soll eine theoretische Basis der Gender Studies zur Technik dargestellt werden, die eine Analyse der Relation zwischen Informatik-Selbstverständnissen und Geschlecht erlaubt. Ergebnisse der Geschlecht-Technik-Relation in Bezug auf die Informatik werden vorgestellt, anhand derer sich die Engineering-Disziplinen der Informatik dekonstruieren lassen.

## **1. Abriss der Geschichte und des Selbstverständnisses der Informatik**

Die Informatik hat ihre Wurzeln in Logik, Mathematik, Physik und Elektrotechnik. Freges logisches Formalisierungsprogramm der natürlichen Sprache und Hilbert's Formalisierungsprogramm der Mathematik<sup>1</sup> stehen (trotz Gödels Refutation dieses Hilbertschen Programms, aber mit seiner Definition von mechanischer Berechenbarkeit) Paten für die „technische Semiotisierung“ zur „Maschinisierung von Denkleistungen“ (Nake 1992). Den Gedanken, eine Maschine mit einem logischen Berechenbarkeitskalkül zu verbinden hatte jedoch erstmals Alan Turing. Bettina Heintz spricht im Kontext von Taylorisierung der Arbeit und Fordismus von der "industriellen" Wendung, die Turing dem mathematischen Formalismus gegeben habe (Heintz 1993). Auf der anderen Seite trug John von Neumann mit dem Entwurf und Bau von Automaten zu realistischen Computermodellen bei, die gegen Ende des Zweiten Weltkriegs zu Rechenmaschinen für numerische Lösungsverfahren<sup>2</sup> von nicht-linearen Differentialgleichungen führten, die einer analytischen Behandlung nicht zugänglich sind – zum Zweck der Automatisierung umfangreicher Berechnungen zur Simulation von Raketenflügen.

---

<sup>1</sup> Die formalistische Mathematik kreiert ihre Symbole, Axiome und Regeln selbst, sie verwendet die Zeichen ohne Referenzfunktion und ohne Bedeutung, und verweist mit ihnen nicht mehr wie zuvor auf irgendetwas außerhalb des axiomatischen Systems, heiße es nun Anschauung, Evidenz, sinnliche Erfahrung oder Technik und Wirtschaft.

<sup>2</sup> Der Gedanke der mechanischen Realisierbarkeit und späteren Realisierung von numerischen Berechnungen existiert jedoch schon seit Leibniz.

Hierbei half die physikalische Entwicklung der Rechen- und Speichertechnik, mit Röhren, Transistoren und Halbleitertechnik bis zum heutigen VLSI-Design zur Herstellung integrierter Schaltkreise.

Ein Programm, das die Maschine in Bewegung setzt, besteht in einer Folge von Instruktionen, die Daten transferieren und arithmetisch oder logisch verarbeiten. Die Programmierung einer solchen Maschine bestand in der Umsetzung, also Kodierung, eines formal aufbereiteten Verfahrens (Algorithmus) in eine Instruktionenfolge. In dieser frühen Zeit lag die Programmierung im wesentlichen in den Händen von Frauen, die die Codierung der numerischen Algorithmen in tayloristischer Manier ausführten.. Man sah Software als zwar komplexes, aber untergeordnetes Kodierungsproblem an und als wesentliche intellektuelle Leistung die von Männern ausgeführte Hardwarekonstruktion. Um den Aufwand zu reduzieren wurden für die von Neumann-Architektur zunächst maschinenabhängige Assemblersprachen mit symbolischer Adressierung und mit zunehmendem Umfang und wachsender Komplexität der Aufgaben imperative, später funktionale und dann objektorientierte Programmiersprachen, die (in der gleichen Reihenfolge) systematischere strukturierte, logische und evolutionäre Vorgehensweise der Programmierung unterstützen. Sie entsprechen den veränderten Aufgaben der Programmierung, die nicht mehr nur bereits formalisierte Aufgaben kodieren, sondern zunehmend in sozialen Problembereichen Formalisierbares herauslösen und einer maschinellen Transformation zugänglich machen können müssen.

Heute aber müssen für die interaktive Benutzung auch menschliche Tätigkeiten, menschliches Denken und Handeln verstanden werden, um allen adäquate Nutzung zu ermöglichen.

Mit der Maschinen- und der Programmiersprachenentwicklung veränderte sich laufend die Arbeit am und mit dem Rechner, vom Batch-Processing mit Lochkarten und Lochstreifen über Monitore an Mainframes mit Timesharing bis zu den heutigen vernetzten PCs und Großrechanlagen. Die Bedeutung der Software gegenüber der Hardware stieg und mit ihr trat auch ein Geschlechtswechsel der Programmierung ein. Gleichlaufend sind epistemische Veränderungen zu beobachten: Definitionen der Informatik haben sich in der kurzen Geschichte der Informatik sehr stark verändert. Zunächst wurde sie als eine Wissenschaft vom Rechner und *Rechnen* begriffen, dann als die Wissenschaft von den *Algorithmen*, beides mit dem Leitbild des Computers als *Maschine* im Vordergrund, später und mit einer Annäherung an die Ingenieurwissenschaften stand das Leitbild des Computers als *Werkzeug* für den Menschen im Vordergrund. Heute rückt mit der Integration von Bild, Film und Ton sowie taktile Rückmeldung die Eigenschaft des Computers als (technisches) *Medium* für Information und Kommunikation eher ins Zentrum.

**Definitionen der Profession** zeigen weitgehend verschwommene Konturen, so etwa die der Fakultätentage Informatik und E.-Technik<sup>3</sup>: Die Informatik ist die Wissenschaft, Technik und Anwendung von der Informationsverarbeitung und den Systemen zur Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Information. Die Informatik versteht sich gleichzeitig als Strukturen beleuchtende Wissenschaft und als ingenieurwissenschaftliche Disziplin. Oder die der Association for Computing Machinery<sup>4</sup>: die Disziplin der Informatik ist das systematische

---

<sup>3</sup> Fakultätentag Informatik & Fakultätentag Elektrotechnik, Gemeinsame Erklärung zur Informationstechnik, 1991.

<sup>4</sup> Communication of the ACM, A Debate on Teaching Computer Science, Communication of the ACM 32 (12), 1989, p.1397-1414

Studium algorithmischer Prozesse, die Information beschreiben und transformieren, Theorie, Analyse, Entwurf, Effizienz, Implementierung und Anwendung dieser Prozesse. Die grundlegende Fragestellung der Informatik ist, *was kann effizient automatisiert werden?*

Entsprechend hat die Wissenschaft unterschiedliche Namen, wie Computer Science, Informatik, datalogi, und entsprechend wird mit diesen Namen durchaus Unterschiedliches verknüpft (siehe auch W. Coy 1997a):

In den USA lebt die *Computer Science*<sup>5</sup> eingebettet in Computer Engineering (hardware) und Information Science (information processing) und bleibt ohne genaue Definition. In Deutschland wird *Informatik* – ohne diese Umgebung - synonym für Computer Science gebraucht (meist als technische Probleme und ihre mathematische Fundierung gesehen), ohne Einbezug der praktischen Anwendungen, sozialen Folgen oder Unterstützung menschlicher Kommunikation. Vielmehr definiert sie sich in Abgrenzungen gegen andere Fächer. In Europa war die Entwicklung, zunächst jedenfalls, anders: Philippe Dreyfus erfand 1962 den Namen *Informatique*, der in den meisten Europäischen Ländern übernommen wurde (aus den Elementen Information und Automatique oder Électronique - die Académie Française definierte sie 1967: „*Science du traitement rationnel, notamment par machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines technique, économique et social.* Diese Bezeichnung meinte tatsächlich ein umfassenderes, Wissen und Kommunikation einbeziehendes, und ökonomische und soziale Folgen mit berücksichtigendes Verständnis als es in der Computer Science der USA gedacht war. Für Dänemark fand Peter Naur (Naur 1992) die Bezeichnung *datalogi*: “The discipline of data, their nature and use“ mit dem technischen Teilgebiet *datamatik* („that part of datalogi which deals with the processing of data by automatic means“ nach Paul Lindgreen and Per Brinch Hansen). Informatik wird von ihren verschiedenen Vertretern als streng formale (Struktur-) Wissenschaft (ähnlich der Mathematik), als Ingenieurwissenschaft, als Geistes-, Arbeits- oder Gestaltungswissenschaft oder als Medienwissenschaft gesehen. Mehr noch wird diskutiert, ob sie als eine Wissenschaft oder nicht eher als eine Kunst (Handwerker-Künstler-Verständnis) – etwas für Genies zu verstehen sei; oder gar als eine Alphabethisierung – etwas was jeder kann oder können sollte. Einer der berühmtesten Informatiker, Donald Knuth, sah die Computer Science als Literatur- und Sprachwissenschaft in der Nähe von Kunst und Handwerk an (Knuth 1973)

Bei alledem sind diese Bestimmungen so offen, dass - sicherlich absichtsvoll - semantische Unsicherheit und Offenheit besteht. Diese ermöglicht zwar die flexible Anpassung an technologische und soziotechnische Veränderungen. Die Entwicklung der Informatik nach Persönlichkeiten und deren Vorlieben kreierte jedoch auch eine „Anwendungslücke“: fundamentale Aspekte des Systemdesign und der Entwicklung von Software einschließlich der Untersuchung von Organisationen, Arbeitsbedingungen, Psychologie, Sozialem, Ökonomie, und Anwendungsfeldern blieben unberücksichtigt. Statt dessen wird überall, wo mathematische oder technologische Methoden zur Problemanalyse und -lösung nicht ausreichen, weitgehend ad hoc vorgegangen oder es gibt methodologische Unsicherheiten, zum Schaden der Professionalisierung der Informatik. (siehe auch Coy 1997).

---

<sup>5</sup> Frances Grundy (Grundy 1996) kritisiert die englische Bezeichnung als Computer Science, da sie eine Nähe zur Science (im Englischen Naturwissenschaft) suggeriere, die nicht besteht und deren Effekt die Ausgrenzung von Frauen sei. Sie bevorzugt dagegen die kontinentaleuropäischen Namen, wie Informatique, Informatica, Informatik.

Die augenblickliche Tendenz in der Informatik weg von einem mathematischen zu einem ingenieurwissenschaftlichen Paradigma bedingt das Fernbleiben von Frauen. Dies ist insofern paradox als Frauen der praktischen Aspekt der Informatik offenbar am meisten interessiert (Schinzel 1991). Doch kann damit die Informatik als *männliche* Domäne verstanden werden und wird es bedauerlicherweise auch. Auch kann man die Eigenschaft der Informatik als Ingenieurwissenschaft durchaus in Frage stellen. Die Informatik stellt zwar Artefakte her, ebenso wie andere Ingenieurwissenschaften und Technologien, doch bestehen gravierende Unterschiede zu anderen Technikwissenschaften und Technologien: mit zunehmenden Anwendungsbereichen wächst die Rolle des Sozialen, wo Software platziert wird; mit der wachsenden Interaktivität, d.i. der Möglichkeit eines Programms, sich in kurzen Abständen an menschliches Handeln rückzukoppeln, anstelle vollständiger Automatisierung wächst die Rolle menschlichen Handelns im Kontext der Maschinisierung. Zudem ist die theoretisch-mathematische Untermauerung und Integration der Informatik stärker als in den Ingenieurwissenschaften. Die Ingenieurwissenschaften folgen dem Anspruch auf Funktionsfähigkeit, wobei mathematische Formeln wie Rezepte lokal angewendet werden, weil deren (begrenzte) Gültigkeit im engen Gegenstandsbereich abgeschätzt werden kann. Für die Ingenieurwissenschaften engen sich die Problemlösungen durch die Eigengesetzlichkeiten des Materials bei gegebenen Produktanforderungen ein, das *know-how* ist eng mit dem *know-what* verbunden. Klassische Ingenieursdisziplinen haben einen wohldefinierten Gegenstandsbereich, auf den sich Grundlagenwissen bezieht. Ihre Methoden sind an die Möglichkeiten geknüpft, die der Gegenstandsbereich mit sich bringt, wie umgekehrt ihre Gegenstände durch ihre methodische Zugänglichkeit beschränkt werden. Diese wechselseitige Beziehung von Gegenstandsbereich und Methode begründet, daß Ingenieure überhaupt in der Lage sind, Grenzen ihrer Modelle und des Einsatzes ihrer Produkte abzuschätzen (siehe auch Pflüger 1994).

In der Informatik ist das „wie“ durch das „was“ nicht oder viel weniger determiniert, sie operiert in ganz verschiedenen Gegenstandsbereichen, sozialen wie technischen mit ein und derselben Herangehensweise, der Formalisierung. Typisch für die Informatik ist das oben erwähnte (von der ACM formulierte) Erkenntnisinteresse der Informatik „was kann effektiv automatisiert werden?“. Solche Fragen sind vom Medium her formuliert. Die Methode wird nicht durch den Gegenstand vermittelt, sondern gehorcht einem Schema der Maschine, das der Wirklichkeit übergestülpt wird. Der fehlende Gegenstandsbezug macht das Vorgehen der Informatik in gewisser Weise maß- und haltlos. Sie kennt keine Weisheit des Materials, auf das sich etwa Statiker berufen, wenn die Rechnung versagt. Aus der Technik des Formalen lassen sich auch nicht die konkreten Grenzen der informatischen Modellierung verstehen. Auch wird die "Skill" eines Programmierers zumeist im Umgang mit der Maschine und den Repräsentationsmechanismen ohne Ansehen der realen Anwendungen gesehen. Beim uniformen informatischen Zugang dominiert also das know-how das know-what, was natürlich auch zu Defiziten führt, die vor allem in sozialen Einsatzbereichen der Informatik bemerkbar werden (Pflüger 1994).

Programme sind formale (semiotische) Artefakte, aber auch soziale Konstrukte, in deren Gestalt, Entwicklung und Gebrauch sich gegenwärtige Ideen darüber, wie Menschen die Welt verstehen und wie sie miteinander kommunizieren verbergen. Dabei sind Sprachphänomene konstitutiv und variieren stärker als in Mathematik (die sich nur einer logischen Sprache bedient, ZFC) und in naturwissenschaftlichen Disziplinen.

Die Informatik läßt sich disziplinar nicht einordnen, weder ist sie eine reine Ingenieurwissenschaft, auch wenn sie Artefakte herstellt, noch eine reine Strukturwissenschaft wie die Mathematik, auch wenn sie sich formaler Sprachen und Methoden bedient, noch weniger ist sie eine Naturwissenschaft, wenn sie auch Elemente naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung verwendet. Auch ist sie keine Geisteswissenschaft, selbst dann, wenn sie -

so wäre im Interesse der Anwendungen zu fordern - Elemente von Geistes- und Sozialwissenschaften integrieren sollte. Vielmehr gibt es in der Informatik Sichtweisen, Modelle und Methoden, in denen unterschiedliche disziplinäre Aspekte betont werden.

Im Folgenden soll die Relation der Informatik zur Technik näher analysiert werden.

## 2. Technikbegriffe

Es gibt keine einheitliche Vorstellung darüber, was unter Technik zu verstehen ist, sondern verschiedene Bedeutungsebenen. Eine allgemein vorherrschende Ansicht ist die von der Technik als einer „verdinglichenden“: bei Technik handelt es sich vor allem um Maschinen, die Automatisches leisten. Doch Menschen müssen zuvor Maschinen herstellen, dazu bestimmte Fähigkeiten haben, sie nutzen, bedienen, von ihnen bedient werden. Auch im Umfeld, und keineswegs nur im Umfeld von Maschinen sind Technikbegriffe angesiedelt.

Christian Fuchs geht der Genese des Wortes nach: Der Begriff kommt ursprünglich vom griechischen "technikos", das kunstvoll, sachverständig oder fachmännisch bedeutet. Das altgriechische "tekton" hatte u.a. die Bedeutung von Baumeister und Zimmermann. Das altgriechische "techne" hatte ursprünglich dieselbe Bedeutung wie "tekton". Seine Bedeutung wurde jedoch im Laufe der Zeit verallgemeinert. Während das Wort ursprünglich nur das angewandte Wissen im Bereich des Handwerks bezeichnete, kam später die Bedeutung als bewußtes menschliches Handeln hinzu. Aus dem griechischen "techne" leitet sich auch das heute gebräuchliche Wort "Technik" her. Das Wort "techne" betonte den Aspekt des Handelns.

Es geht am Ende um eine möglichst umfassende Definition des Begriffs Technik, um ihn androzentrischer Verengungen zu entledigen. Müller (Müller, 2000, p. 3) schreibt dazu: *Technology is the means by which mankind reproduces and expands its living conditions.* Er nennt dabei auch vier unterschiedliche Bedeutungsebenen: *Technology embraces a combination of four constituents: technique, knowledge, organisation and product.*

Verschiedene Bedeutungsebenen der Verwendung des Technik-Begriffs sollen nun näher verdeutlicht werden.

### 1. Technik als Ding

"Unter Technik im engeren Sinne werden häufig die sachlichen Artefakte verstanden. Die stofflichen Verkörperungen zweckmäßiger Mittel gelten als eigentliche Technik" (Rammert, 1993, S. 10)

Klaus Tuchel definiert Technik als "Begriff für alle Gegenstände und Verfahren, die zur Erfüllung individueller und gesellschaftlicher Bedürfnisse auf Grund schöpferischer Konstruktionen geschaffen werden, durch definierbare Funktionen bestimmten Zwecken dienen und insgesamt eine weltgestaltende Wirkung ausüben" (Tuchel, 1967, S. 24). Diese Definition umfaßt auch die zweite Ebene der Verwendung.

### 2. Technik als Mittel/Verfahren

ist die "Gesamtheit aller Mittel, die Natur aufgrund der Kenntnis und Anwendung ihrer Gesetze dem Menschen nutzbar zu machen" (Wahrig, 1982, S. 3683, zitiert nach Fuchs)

"Unter Technik im weiteren Sinne werden alle Verfahren eines Handelns und Denkens miteinbegriffen, die methodischen Operationsregeln folgen und strategisch einen bestimmten Zweck anstreben. Formelhaftes Sprechen und ritualisierte Handlungssequenzen von der Gebetstechnik bis zur Rhetorik gehören ebenso zu diesen Techniken des Handelns wie trainierte Bewegungsabläufe der Schwimmtechnik und habitualisierte Verhaltensschemata der schauspielerischen Ausdruckstechnik" (Rammert, 1993, S. 11)

### 3. Technik als Fertigkeit, Geschick

ist die "Kunst, mit den zweckmäßigsten und sparsamsten Mitteln ein bestimmtes Ziel oder die beste Leistung zu erreichen; die Gesamtheit der Kunstgriffe, Regeln, maschinellen Verfahren auf einem Gebiet [überschneidend mit Bereich 2]" (Wahrig, 1982, S. 3683, zitiert nach Fuchs).

Das philosophische Wörterbuch von Schischkoff definiert Technik als "die Art und Weise, etwas durchzusetzen, zu erreichen, zu bewerkstelligen; im allgemeinsten Sinn die menschliche Tätigkeit, insofern sie darauf gerichtet ist, das Vorgefundene, Gegebene menschlichen Bedürfnissen und Wünschen entsprechend zu ändern" (Schischkoff, 1982, S. 686).

In diese Kategorie gehört auch das mittelalterliche Handwerker-Künstlerverständnis, das heute zunehmend auch von TechnikerInnen in Anspruch genommen wird, ganz besonders für die so offen gestaltbare Programmierung (Knuth 1984).

### 4. Technik als Prozeß:

Die Definition von Johannes Müller sieht Technik als Ding und Prozeß: "Technik ist die Gesamtheit der Dinge und Prozesse, die die Menschen auf einer bestimmten Stufe ihrer Entwicklung auf Grund der objektiv gegebenen Möglichkeiten in einer solchen Kombination, Bemessung, Gestalt beziehungsweise Form setzen und beständig reproduzieren, daß die Eigenschaften dieser Dinge beziehungsweise diese Prozesse unter bestimmten Bedingungen menschlichen Zwecken gemäß wirken" (Müller, 1967, S. 350).

Technik ist die "Gesamtheit der von den Menschen geschaffenen Objekte und Prozesse seiner praktischen Tätigkeit. Technik dient dazu, bestimmte gesellschaftliche oder individuelle Ziele zu erreichen, die gesellschaftlichen Existenzgrundlagen zu erhalten bzw. zu erweitern. Sie ist eine gesellschaftliche Kraft, die die Menschen befähigt, ihre natürliche und gesellschaftliche Umwelt immer besser zu beherrschen" (Banse/Striebing, 1983, S. 899)

Über das **Verhältnis von Technik und Gesellschaft** hat es im Laufe der letzten 30 Jahre verschiedene Theorien gegeben, vom *Technikdeterminismus* und der *technischen Evolution*, über den *Sozialkonstruktivismus* bis schließlich zu neueren, die vorherigen Positionen verbindenden *evolutionären Ansätzen*. Der *Technikdeterminismus* geht davon aus, dass die Technik die Gesellschaft bestimmt und dass Folgen des Technikeinsatzes aus Eigenschaften der Technik erwachsen. Der *technischen Evolution* zufolge ist die technische Entwicklung eigengesetzlich und eindeutig determiniert. Der *Sozialkonstruktivismus* nimmt umgekehrt an, dass die

Technikgenese als Produkt sozialen Handelns entsteht, Technik ein soziales Konstrukt ist und dass die Folgen des Technikeinsatzes schon in die Technik eingebaut sind.

Die neueren Überzeugungen (siehe auch Fuchs) gehen davon aus, dass der Einsatz von Technologien auch eine Eigendynamik gewinnen kann, die nichtvorhersehbare Folgen nach sich zieht, dass diese aber auch abhängig sind von gesellschaftlichen Rahmenbedingungen: Technik und Gesellschaft stehen in einem Wechselwirkungsverhältnis. Die Gesellschaft wirkt auf die Technik, indem der Mensch die Technik gestalten kann und über den Technikeinsatz und dessen Form entscheidet. Die Technik wirkt auf die Gesellschaft zurück, ohne dass die Folgen immer vorhersehbar sind, denn die Technik kann immer in nicht intendierter Weise genutzt werden. Dies zieht emergente Phänomene<sup>6</sup> nach sich, auch dann sie als Instrument zur Erfüllung bestimmter gesellschaftlicher Funktionen gedacht und jene in sie eingeschrieben sind. Weder bestimmt die Technik ihre Zwecke vollkommen, noch bestimmt die Gesellschaft eindeutig, wie die Mittel auszusehen haben, über die sie verfügen möchte.

### 3. Technik in der Informatik

- **Bedeutungsebenen des Technikbegriffs in der Informatik:**

Die vier Verwendungsebenen des Technikbegriffs sollen noch mal an Hand der praktischen Tätigkeit einer InformatikerIn verdeutlicht werden:

Wird Technik dabei als *Ding* gefaßt, so sind darunter etwa Hilfsmittel wie Computer, Scanner, Drucker, die verwendete Hard- und Software zu fassen oder ergebnisorientiert das entstehende Soft- und/oder Hardware-Produkt.

Im Sinn des zweiten Verständnisses von Technik als *Mittel/Verfahren* müßte Technik bei der Softwareentwicklung die eingesetzten Strategien bei der Entwicklung (Vorgehensmodelle, Systemanalyseverfahren, Erhebungsmethoden des Sollzustandes (Requirements Engineering), Qualitätssicherungsverfahren, Designmethoden, Flussdiagramme, Algorithmen, Datenstrukturen, Teststrategien, Reviewverfahren, usw.) verstanden werden.

Wird Technik als *Fertigkeit oder Geschick* aufgefaßt, so bedeutet das für die Softwareentwicklung, daß Technik als Know-How oder skill und theoretisches Wissen (Eigenschaften formallogischer Systeme, Algorithmen, deren Komplexität, Programmiersprachen, effizienteste Datenstrukturen und Speicherungsverfahren, usw.) verstanden wird. Bei einem genauen Blick auf die Punkte 2 (Technik als Mittel, Verfahren) und 3 (Technik als Fertigkeit, Geschick) wird deutlich, daß es sich bei Letzterem um angeeignetes Wissen und Fähigkeiten handelt, wobei der Aspekt der konkreten Anwendung ausgeblendet wird. Bei Punkt 2 wird hingegen die praktische Umsetzung mit Hilfe konkreter Mittel und Verfahren betont, und die aktive Erzeugung mittels menschlicher Fähigkeiten ausgeblendet. Es kann so unterschieden werden, dass Fertigkeiten und Geschicke abstrakte gestalterische Fähigkeiten sind, mit denen die Natur bewußt verändert werden kann, während Mittel und Verfahren unabhängig vom einzelnen Menschen als Werkzeuge „zuhanden“ sind. Geschick setzt noch nicht voraus, dass für eine konkret zu bewerkstellende Situation ein Mittel identifiziert oder konstruiert wird (egal ob materiell oder rein geistig). Insofern ist Technik als Mittel und Verfahren praxisnäher als der

---

<sup>6</sup> Emergenz bedeutet dabei das Auftauchen neuer Systemeigenschaften, die nicht auf die Teile des Systems zurückgeführt werden können.

in diesem Punkt 3 gefasste Technikbegriff. Geschick und Fertigkeit sind jedoch Basis für die Identifikation und Konstruktion von Mitteln und Verfahren.

Donald Knuth's Handwerker-Künstler-Verständnis der Programmierung fällt ebenfalls in diese Kategorie und beschreibt die Fähigkeiten dazu weniger als Wissen, denn als intuitive Fähigkeiten, die auf skills basieren, die durch u.a. Erfahrung zu gewinnen sind.

Technik als *Prozess* fasst wiederum verschiedene Bedeutungen: einmal den Prozess der Entwicklung der Informatik und der Informationstechnik, ob er nun als deterministischer, sozialkonstruktivistischer oder evolutionärer Prozess gesehen wird.

Zum zweiten kann damit der Prozess der Softwareentwicklung gefasst werden, der durch Verfahren, wie Prozessmodelle, Modelle des Software Engineering geleitet sein kann, oder, wie leider häufig der Fall, auch gar nicht, also unsystematisch abläuft.

Drittens sind hiermit Abläufe gemeint, die nach der Fertigstellung von Soft- und Hardware nach In Gang Setzung sozusagen selbständig verlaufen, z.B. der Ablauf von Programmen, die automatische Steuerung eines integrierten technischen Ablaufs durch eingebettete Systeme, u.s.w.

Die **ingenieurwissenschaftliche Methode** fordert die optimale Auswahl und optimale Kombination verschiedener Methoden zur Lösung eines technischen Problems. Sie impliziert offensichtlich eine Methodenvielfalt von technischen Methoden und Verfahren (technische Werkzeuge und menschliche technische Fähigkeiten mit einbeziehend), mathematischen, empirischen und Evaluationsmethoden. Die Definition würde auch den Gebrauch passender geistes- und sozialwissenschaftlichen Methoden implizieren, aber die Verbindung von Ingenieurtum mit Maschinen und Technik verschließt häufig solche Sichtweisen. Dabei öffnen sich klassische Ingenieurwissenschaften diesen Methoden sehr viel ungezwungener als die Informatik, da sie auf Grund ihrer uniformen Eigenschaften Abgrenzungsprobleme gegenüber all jenen Gebieten und Fächern hat, in denen sie ihre Lösungen platziert – und das sind nahezu alle.

Ein Problem mit der Sichtweise der Informatik als Ingenieurwissenschaft ist, daß sie keine andere Sichtweisen zuläßt (Coy 1997). Informatik als Ingenieurwissenschaft besteht dann ausschließlich in Technikaspekten. Andere Sichtweisen hingegen lassen die Sichtweise, auch als Ingenieurwissenschaft, zu. Obwohl aus der Praxis notwendige Kompetenzen auf der kommunikativen, beobachtenden, sozialen Ebene, also im geisteswissenschaftlichen Bereich, gefordert werden, werden sie nicht als professionelle, noch als erlernbare Kompetenzen gesehen, sondern als von Natur gegebene oder auch nicht gegebene.

#### **4. Theoretische Einordnung des Verhältnisses zwischen Informatik und Geschlecht in die Frauen- und Geschlechterforschung Technik**

Nach den heute gängigen sozialkonstruktivistischen Ansätzen beschreiben Geschlecht und Technik keine festen Größen, sondern werden als Teile einer dynamisch veränderlichen sozialen Realität betrachtet. Geschlecht existiert hier nur noch als **gender**, Individuen bewegen sich in einem Prozeß des **gendering**, und Technik ist immer **gendered**. In sozialkonstruktivistischer Perspektive interessiert weniger die Frage nach den Frauen und ihrer etwaigen Benachteiligung und Unterrepräsentation als vielmehr die Frage nach den Mechanismen, wie etwa der Informationstechnik, die Differenzen zwischen den Geschlechtern und innerhalb eines



Geschlechts hervortreiben und damit das Geschlecht als soziales Phänomen erst hervorbringen. Theoretische Fassungen, wie die von Judy Wajcman unterscheiden beispielsweise nach Geschlecht **in** Technik, i.e. der Befindlichkeit von Frauen und Konstruktion von Geschlecht in und mit Technik und in technischen Berufen und nach Geschlecht **und** Technik, i.e. der Einlassung von Geschlecht in technischem Wissen und technischen Artefakten. Sandra Harding (Harding 1990) unterscheidet die Einlassung des Geschlechts in Naturwissenschaft und Technik auf struktureller, symbolischer und individueller Ebene. In Abwandlung von Evelyn Fox Kellers (Keller 1985) Unterscheidung der Rolle der Sprache nach *Gender in Science* (metaphors of gender importing social expectations in our representation of nature) und *Science of Gender* (these representations serve to reify or naturalize social beliefs and practices) kann analog auch die Unterscheidung nach *Gender in Technology* (technische Repräsentationen sozialer Erwartungen in Bezug auf Geschlecht) und *Technology of Gender* (soziale Rückwirkungen von in Technik-Repräsentationen eingeschriebener sozialer Erwartungen an Geschlecht) erkenntnisleitend sein.

Im Folgenden unterscheide ich (in Anlehnung an Harding und Fox Keller) folgende *Ebenen der Erforschung, Dekonstruktion und Konstruktion von Informatik und Geschlecht*

A. das Verhältnis von Informatik und Geschlecht auf einer *theoretisch-symbolischen und epistemologischen Ebene*

Darunter fallen etwa Fragen, die das vorherrschend *männlich kodierte (=androzentische)*<sup>7</sup> Verständnis und die ihm zugrunde liegenden Rationalitäten in Technik und der Informatik als keineswegs *neutral*, sondern als mit einer *sozial und symbolisch erzeugten geschlechtlichen Dimension* ausgestattet problematisieren. Das Geschlecht wirkt so als symbolische Grenze gerade für den Zugang zur Informatik. Aber die Vergeschlechtlichung wirkt sich auch als Vereinseitigung zum Schaden der Informatik und ihrer Methoden, Paradigmen, Ziele und Ideale aus, mit Folgen für die von Informationstechnik zunehmend geformte Welt. Die ambivalenten und problematischen sozialen Wirkungen der Informationstechnik rühren nicht nur von außerinformatischen Entscheidungen, sondern sind auch konstitutiv für diese Technik: die Idee von einem „one-best-way“ der Formalisierung, Modellierung und Algorithmisierung, die Ideologie einer technischen Evolution unabhängig von den entwickelnden Individuen und der Regulation durch Märkte, die zu einer stetigen Verbesserung und Höherentwicklung der Technik führe, eine objektivistische Haltung, die eine zu geringe Berücksichtigung der Kontexte und NutzerInnen zur Folge hat. Und so schließt sich der Kreis: die vergeschlechtlichten Informatik-Produkte vergeschlechtlichen die Umwelt, in der sie zum Einsatz kommen, etwa durch Reproduktion der geschlechtshierarchischen Arbeitsteilung, aber auch innerhalb der Informationstechnik selbst. Dies erklärt, warum weder die Rufe nach sozial und ökologisch verantwortbarem Fortschritt Folgen zeitigen noch Frauenfördermaßnahmen, die nur auf eine Erhöhung des Frauenanteils zielen, solange nicht das Fach selbst, seine Strukturen und kulturellen Eigenarten Gegenstand der Veränderung werden.

Auf der anderen Seite besteht aber auch die Vision, daß in und mit den neuen Technologien gerade die Voraussetzung für die Aufhebung oder Relativierung geschlechtlich kodierter Identitäten geschaffen werden könnte. Die Wirkung der Informationstechnologien auf das Subjekt sind vielfältiger Natur und letztendlich nicht eindeutig zu beschreiben oder zu bewerten,

---

<sup>7</sup> Im Unterschied zu den konkreten Männern (und Frauen), die sich sehr unterschiedlich gegenüber geschlechtlichen Kodes verhalten können.

auch nicht in der Dimension ihrer geschlechtlichen Kodierung. Die Informationstechnik muß nicht nur als Mittel des Ausschlusses des Weiblichen gelten, sondern könnte umgekehrt zum Mittel der Sprengung traditioneller Grenzen werden. Es sind hier Prozesse angestoßen, die als prinzipiell offen und kontingent begriffen werden müssen. Gerade deshalb stellen sie ein weites Terrain für aktuelle Forschungen zum Verhältnis von Informatik und Geschlecht dar.

B. Über die symbolische Ebene hinaus siedelt sich das Verhältnis von Informatik und Geschlecht auf einer *strukturellen Ebene* an.

Darunter fallen Strukturierungen der Informatik als Wissenschaft und Berufsfeld, die als *geschlechtliche* und *gesellschaftliche Grenzen* wirksam sind, also erklären, warum Frauen in der Informatik und in (besser bezahlten) EDV-Berufen so deutlich unterrepräsentiert sind. Eine einfache Politik der Schaffung von Motivationsanreizen (nach dem Motto: put women in and stir) wird das Problem nicht lösen. Vielmehr gilt es, die komplexen Zusammenhänge zu begreifen, die den Zugang zu technologischen Berufen über geschlechtliche Strukturen regeln und die Segregation von Männern und Frauen, nicht zuletzt auch die Differenzen zwischen Frauen immer weiter fortschreiben.

Dabei ist zu beachten, daß der Prozess der technologischen Entwicklung auf Frauen andere Auswirkungen hat als auf Männer, und daß der Prozeß technologischer Veränderungen z.B. im Fall der Rationalisierung in bezug auf das Geschlecht nicht neutral verläuft. Ein formaler Zugang zu Ressourcen und Qualifikationsmöglichkeiten wird insofern nicht ausreichen, um sicherzustellen, daß Frauen einen dauerhaften Platz in technologischer Arbeit erhalten und auch behalten. Eine Gleichbehandlung der Geschlechter kann in diesem Sinne unter Umständen das Gegenteil der angestrebten Gleichheit der Chancen bewirken. Treffen doch die gleichen Veränderungen die Angehörigen verschiedener Geschlechter jeweils anders, und ihre Gleichbehandlung wird insofern bestehende Ungleichheiten eher noch verfestigen, anstatt sie aufzuheben ("equality approach takes an essentialist position").

Ausschlußphänomene und die Strategien zu ihrer Überwindung sind gerade auch im Hinblick auf die Zukunft des Informationszeitalters neu zu diskutieren: es deuten sich neue Konstellationen von Technik, Wissen und Macht ab, innerhalb derer die Technologie stärker als je zuvor den Zugang zu Wissen regelt und über Machtverhältnisse entscheidet. Von daher ist es auch von immer größerer Bedeutung, Frauen nicht nur als partizipierende, sondern vor allem als gestaltende Subjekte in die Bereiche der Technologie zu integrieren und ihren Perspektiven dort Einfluß zu verleihen.

Im Blick auf die Zukunft der Informatik könnte die Geschlechterforschung auch in Betracht ziehen, inwiefern von den Debatten um Selbstverständnis, Leitbilder und den raschen Paradigmenwechseln in der und um die Informatik (Bindestrich-Informatiken, Medieninformatik) Chancen für eine Veränderung der Situation von Frauen innerhalb der Disziplin ausgehen könnten: In welchem Maße neue Selbstverständnisse der Disziplin auch der notwendigen Reform der geschlechtlichen Leitbilder und Arbeitsorganisationen der Disziplin Anstöße geben könnte.

C. Durch die strukturelle und die symbolische Ebene hindurch wird das Verhältnis von Informatik und Geschlecht auf der Ebene der *Artefakte* und deren Herstellungsprozessen stets neu konstruiert und ist von Frauen mit zu konstruieren.

Die Informatik und ihre Produkte sind immer ein Ausdruck der Gesellschaft und der Kontexte, in denen sie entwickelt werden. Dabei ist es nicht gleichgültig, unter welchen epistemologischen Annahmen, Leitbildern, Wertvorstellungen und Zielen, mit welchen Methoden und welchen skills Software entwickelt wird. In unserer Gesellschaft entwickeln vorwiegend Männer Software und die wenigen entwickelnden Frauen haben in einer androzentrischen Informatik-Kultur wenig

Möglichkeiten für eigene Orientierungen. So erstaunt es nicht, daß sich auch das Geschlechterverhältnis in der westlichen Welt innerhalb von Computertechnik und Software abbildet: Die soziale Formung von Technik wird auch als Vergeschlechtlichung der Technik faßbar: Daß etwa androzentrische Strukturierungen und Strukturen technologisch rekonstruiert und in die Software eingebunden werden und daß diese auf ihre soziale Umwelt zurückwirken und alte geschlechtliche Strukturen noch verfestigen oder neu konstruieren.

Auch den Prozeß der Softwareentwicklung gilt es dabei zu berücksichtigen: Inwiefern in diesem Prozeß Produkte entstehen können, die neue geschlechtliche Kontexte schaffen und wie sie aber auch gerade in einer konstruktiven Wendung der Ergebnisse der Frauen- und Geschlechterforschung überwunden werden können. Dabei sollten die Gestaltungsmacht und Verantwortung der EntwicklerInnen bewußt gemacht, die Augen für Möglichkeiten und Alternativen geöffnet werden, und alternative Lösungswege in Gang gesetzt werden. Die Software trägt immer auch die Handschrift des/der EntwicklerIn. Die Fertigkeiten der EntwicklerInnen, ihre "skills", sind in diesem Sinne ebenfalls keine neutralen oder allgemeinen Größen, sondern sind von den (soziokulturellen und geschlechtlichen) Bedingungen ihrer Vermittlung abhängig. Das kann aber auch bedeuten, daß Frauen widerständige Umgangsformen mit den Artefakten ausbilden, daß also dominierenden Technikhaltung immer auch andere Umgangsweisen korrespondieren. Diese müssen sichtbar gemacht und gestärkt werden, etwa indem offene Räume für Diskurs und Gestaltung, auch durch BenutzerInnen geschaffen werden, wie dies Cecile Crutzen (Crutzen 2000) mit ihren Modellanforderungen zur Interaktivität fordert.

Im Folgenden wird die zunehmende Annäherung an und die Identifikation der Informatik mit einer technischen Disziplin im Zusammenhang mit Prozessen des Gendering auf den verschiedenen Ebenen diskutiert.

## 5. Gendering der Informatik

Die Entwicklung der Informatik hat, wie bereits im ersten Kapitel erwähnt, eine Veränderung des Geschlechterverhältnisses innerhalb der Profession hervorgerufen, was mit der Aufwertung der Programmierung im Rahmen der gestiegenen Bedeutung von Software bei nach wie vor bestehender geschlechtshierarchischer Arbeitsteilung<sup>8</sup> zusammenhängt. Doch muss eine solche Veränderung auch jeweils auf struktureller und symbolischer Ebene untermauert werden, um als selbstverständlich, als „natürlich“ zu erscheinen.

---

<sup>8</sup> Dem liegt ein machttheoretischer Ansatz zugrunde, der nicht vom Subjekt der Frau ausgeht, sondern Machtverhältnisse innerhalb der Geschlechterordnung fokussiert, die sich in allen gesellschaftlichen Bereichen - wenn auch in verschiedenen Formen und Graden - konstituieren. Die Geschlechterordnung funktioniert, indem "Männlichkeit" und "Weiblichkeit" mit einer Reihe polarer Merkmale und komplementärer Werte verbunden werden, wobei technische Kompetenz Teil der männlichen Geschlechtsidentität ist, während Frauen immer als nicht technisch kompetent, als unvereinbar mit Maschinenarbeit erscheinen, außer, sie übernehmen kontrollierte und angeleitete Aufgaben (Cockburn 1988). Je nach Bedarf lassen sich so Tätigkeiten als "männlich" oder als "weiblich" zuweisen, wobei die Inhaltssysteme von Männlichkeit und Weiblichkeit variabel sind, die hierarchische Struktur des Geschlechterverhältnisses jedoch erhalten bleibt. Sowohl Technik als auch Berufe lassen sich unter dieser Perspektive als "vergeschlechtlicht" wahrnehmen. Die bedeutende Rolle der Technik und ihre Verknüpfung mit Macht resultiert daraus, dass „in unserer Kultur das Beherrschen der neuesten Technologie bedeutet, an der Gestaltung der Zukunft mitzuwirken, und daher ist es eine hochbewertete und mythologisierte Tätigkeit.“(Wajcman) Machttheoretische Ansätze gehen also von einer kulturellen Verknüpfung von Macht, Männlichkeit und Technik aus.

Auf *symbolischer Ebene* genügt, man mag es bedauern, die Identifikation der Informatik mit Technik und Ingenieurberuf, um auf dem Weg des „doing gender“ Männer anzuziehen und Frauen herauszufiltern. Das hat seine Gründe in der Geschlechterordnung, die u.a. durch eine kulturelle Koppelung von Männlichkeit, Macht und technischer Kompetenz gesichert wird. Die feministische Technikforscherin Judy Wajcman (Wajcman 1991) meint: „In our culture to be in command of the very latest technology signifies being involved in directing the future and so it is a highly valued and mythologized activity. Affinity of technology and masculinity allows men to identify with technology and to gain skill in technical fields in accord with their maleness, but it makes female competence in technology incompatible with womanhood.“

Die bedeutende Rolle der Technik im Zusammenhang mit der Geschlechterordnung und ihre Verknüpfung mit Macht resultiert aus diesem Zusammenhang. Technische Kompetenz ist Teil der männlichen Geschlechtsidentität, wertet Männer in ihrer Männlichkeit auf. Frauen hingegen erscheinen immer als nicht technisch kompetent, als unvereinbar mit Maschinenarbeit, außer, sie übernehmen kontrollierte und angeleitete Aufgaben (Cockburn 1988) - dagegen gelten soziale und kommunikative Kompetenzen eher als weibliche. Die Inhalte weiblicher Arbeit werden, um sie als "weibliche" zu kennzeichnen, als nicht-technisch beschrieben, selbst dann, wenn sie technisch sind. Die Abwertung der "weiblichen" Tätigkeiten resultiert also nicht aus dem Inhalt der Arbeit, sondern folgt vielmehr aus der hierarchischen Geschlechterordnung, d.h. Berufe, in denen vorwiegend Frauen tätig sind, gelten als prestigeärmer als solche, in denen vorwiegend Männer arbeiten. „Im Kontext der geschlechtsspezifischen Arbeitsteilung spielt die Technologie eine besondere Rolle. Technisches Know-how fungiert sowohl in der »Kopfarbeit« als auch in der »Handarbeit« als scharfe Trennungslinie zwischen den Geschlechtern.“<sup>9</sup>

Dabei ist jedoch zu betonen, dass es sich nicht um real vorhandene Kompetenzen, d.h. um eine tatsächliche Differenz zwischen den Geschlechtern handelt, vielmehr ist die individuelle Identität widersprüchlich und durch das Geschlecht weder vollständig determiniert noch eindeutig festgelegt.

Technische Berufe werden als Männerarbeit deklariert und höher bewertet. Männerarbeit wird auch eher als technisch angesehen als Frauenarbeit, selbst wenn es sich um die gleiche Tätigkeit handelt. Cockburn konnte für Großbritannien feststellen, dass die IT-Einführung in drei verschiedenen Industriezweigen zur Reproduktion oder gar Vertiefung der geschlechtshierarchischen Arbeitsteilung oder entsprechender Bezahlung selbst bei gleicher Tätigkeit führte (Cockburn 1988). Selbst wenn Frauen die gleichen technischen Geräte wie Männer benutzten, wurden diese nicht als kennzeichnendes Merkmal für ihre Tätigkeit angesehen. Auch konnte Cockburn zeigen, daß der technische Aspekt einer Tätigkeit teilweise gezielt dazu eingesetzt wird, Frauen aus diesem Bereich fernzuhalten.<sup>10</sup>

Die Entwicklung der Frauenarbeit in der Programmierung mit der zunehmenden Bedeutung derselben (Schinzel, Parpart, Westermeyer 1999), das Absinken der Frauenbeteiligung im Informatikstudium (Schinzel 1997 und 1999) sprechen hier eine deutliche Sprache. Die Selbstdefinition der Informatik als Ingenieurwissenschaft, die Erfindung des Begriffs Software Engineering und weiterer Engineering-Begriffe der Informatik, die gerade dort aufgepflanzt werden, wo die Fächer es verlangten, dass Methoden und Kompetenzen aus geistes- und sozialwissenschaftliche Bereiche herangeholt werden (sollten), kann als Schutzwall gegen das Eindringen „weicher“, analytischer und wertender Methoden, oder so jene sich doch als

---

<sup>9</sup> Cockburn 1988, S. 26.

<sup>10</sup> vgl. u.a. Cockburn 1985 und Cockburn/Ormrod 1997

unverzichtbar erweisen sollten, als in ingenieurwissenschaftlicher Verkleidung unschädlich Machung gegen das Eindringen der Kulturwissenschaften in eine als „hart“ zu bewahrende Domäne, und, nicht zu vergessen, als Barriere gegen die Gefahr der Feminisierung und damit Abwertung dieser hoch bewerteten und bezahlten Arbeit angesehen werden.

Die Geschlechter differenzierende Wirkung der männlich identifizierten und gestalteten Computertechnik zeigt sich bereits im Kinderzimmer und wird in der Schule verstärkt, wie zahlreiche Arbeiten seit den achtziger Jahren jeweils neu nachweisen (siehe dazu auch Schinzel 1994). Skandinavische Arbeiten (Hopnes und Rasmussen 1991) zeigen, daß Frauen und Mädchen nicht als „Knöpfchendrücker“ und Computerfreaks gelten möchten, sondern statt dessen mit sozialer Kompetenz identifiziert werden wollen. Auf der anderen Seite läßt sich jedoch auch auf Seiten der Frauen eine gewisse Bewunderung für die Technikzentrierung und die "Computerfreakkultur" ihrer männlichen Kollegen beobachten, wodurch deren Dominanz noch gefestigt wird.

Auch in Deutschland, wie zuvor schon in den USA (von Tracy Camp) beobachtet, ist eine Partikularisierung der Frauenbeteiligung in der Informatik zu beobachten: sie sinkt weiterhin an technischen Universitäten auf maximal 5%, wächst aber in interdisziplinären Zusammenhängen, den sogenannten Bindestrich-informatiken und in auch geisteswissenschaftlich konnotierten, wie Computerlinguistik und in Medieninformatik<sup>11</sup> auf bis nahezu 50%. Dies obwohl die Medieninformatik als besonders „technisch“ angesehen werden kann, in dem Sinne als sie weniger durchformalisiert, mehr auf partikuläre nicht standardisierte technische Mittel und Erfahrung und technische „skills“ im Umgang mit diesen angewiesen ist. Die Kontextabhängigkeit der weiblichen Beteiligung am Studium der Informatik zeigt, wie kontingent (und unrealistisch) Zuschreibungen von Techniknähe im Kontext der Informatik sind und wie gravierend die nur symbolische Technikzuschreibung sich auswirkt.

Eine Technikzentrierung und einseitige Einordnung der Informatik als Ingenieurwissenschaft also stellt sich Informatikerinnen als Problem; aus diesem Grund ziehen sie sich aus den - oft nur nach außen und kontrafaktisch - als technisch geltenden Gebieten zurück und konzentrieren sich auf technikfernere Arbeitsbereiche, die jedoch mit weniger Prestige verbunden sind (Schmitt 1992, Mengel-Belabbes 1998).

Wie inakzeptabel selbst Informatikerinnen eine Nähe zu Technik erscheint, zeigt auch die Technik-Selbsteinschätzung von Frauen in der Informatik in Ulrike Erbs Untersuchung (Erb 1996). Sie befragte Informatik-Wissenschaftlerinnen nach ihren Verhältnis zur Technik und zu Technikkompetenz. Wie auch immer verschieden der Technikbegriff im Feld zwischen Hardware, Software Engineering und anderen Gebieten der Softwareherstellung jeweils gebraucht wird, immer zeigt sich, daß die befragten Frauen ihre Tätigkeiten in einem Bereich außerhalb oder am Rande der Technik und Technikkompetenz ansiedeln, auch wenn sie von außen als technische erscheinen, was vor dem oben ausgeführten Hintergrund der kulturellen Koppelung von Männlichkeit, Macht und Technik erklärbar ist. Hingegen schreiben sie Technikkompetenz und technische Tätigkeit anderen Frauen durchaus zu. Kreativitätserlebnisse

---

<sup>11</sup> Z.B. Frauenbeteiligung an der FH Furtwangen im SS 2000: Technische Informatik 0,0 %, Medieninformatik 21,6 %; Tendenz bei den Studienanfängerinnen in Medieninformatik deutlich steigend: Technische Informatik 0,0%; **Medieninformatik 46,5 %**.

hatten sie entsprechend eher beim Analysieren, Strukturieren und Logischem denn beim Implementieren.

In diesem Zusammenhang haben Janshen und Rudolph den Begriff der "Habitusambivalenz" eingeführt, womit die Unvereinbarkeit von weiblicher Geschlechtsidentität und technischer Kompetenz bzw. Technikzentrierung gemeint ist (Janshen/Rudolph 1987): Obwohl Frauen, die den Zugang zu Berufen im Bereich von Naturwissenschaften und Technik gefunden haben, traditionelle Geschlechtszuschreibungen durchbrochen haben, erfahren sie einerseits Differenzen zu ihren männlichen Kollegen und müssen andererseits ihre weibliche Identität aufrechterhalten. Diese ist zwar mit einer Tätigkeit in einem männlich dominierten Berufsfeld noch zu vereinbaren, wird jedoch bei einer Technikzentrierung problematisch. Die Widersprüchlichkeiten bei der Frage nach der eigenen Technikkompetenz weisen darauf hin, daß Technikzentrierung also als Zugangsbarriere fungiert. Statt Technikwissen zu mystifizieren, muß daher differenzierter mit Technikbegriffen umgegangen werden.

Es hat sich also gezeigt, daß der technische Aspekt innerhalb der Informatik zur Etablierung geschlechtlicher Zuordnungen genutzt wird und so die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung reproduziert. Diese Prozesse haben jedoch auch Rückwirkungen auf das Fach selbst: Durch die Bevorzugung des - "männlich konnotierten" - technischen Paradigmas werden andere Aspekte des Faches, wie die mathematisch-formale Fundierung, der Gestaltungsaspekt und die - von der AnwenderInnenseite immer wieder geforderte - Humanorientierung der entwickelten Software, die Berücksichtigung der gesellschaftlichen Auswirkungen sowie die interdisziplinären Aspekte an den Rand gedrängt. Genau diese "nicht-technischen" Paradigmen würden aber, so ist anzunehmen, Frauen den Zugang zur Informatik erleichtern, da sie ihnen ein berufliches Selbstbild außerhalb einer Technikzentrierung ermöglichen würden (Erb 1996, Schmitt 1992), d.h.: Da sich berufliches Handeln mit der Geschlechtsidentität leichter kongruent setzen ließe, wäre also auch die Habitusambivalenz geringer. Daraus läßt sich schließen, daß die Ausgrenzung der Frauen v.a. aus den Kernbereichen der Informatik mit einer Ausgrenzung bestimmter Inhalte einhergeht, indem die Bereiche mit den höheren Frauenanteilen - anwendungsorientierte und interdisziplinäre Tätigkeiten - marginalisiert werden (Hopnes und Rasmussen 1991, Mengel-Belabbes 1998).

Die Identifikation mit dem Ingenieurberuf zieht damit auch *strukturelle* Konsequenzen nach sich. Die Aufgabe der Annahme einer Identität qua Geschlecht bedeutet nämlich nicht, dass die soziale Kategorie Geschlecht keinen Einfluss auf Wissenschaft und Technik hat, vielmehr schlägt sich das Geschlechterverhältnis als Teil der gesellschaftlichen Struktur in beiden nieder: „Trotzdem sind die Geschlechterverhältnisse ein wesentlicher Bestandteil der gesellschaftlichen Organisation dieser Institutionen der Technologieentwicklung und ihrer Projekte. Es ist unmöglich, die Geschlechterverhältnisse, die in Technologien zum Ausdruck kommen und diese prägen, von den umfassenderen gesellschaftlichen Strukturen zu trennen, von denen sie hervorgebracht und aufrechterhalten werden.“<sup>12</sup> In diesem Sinne ist Technik auch strukturell als "vergeschlechtlicht" zu verstehen.

Professionalisierungsprozesse beinhalten immer Ausgrenzungen verschiedener Gruppen durch formale und informelle Strukturen. Als formale Zugangsbegrenzung dient dabei vor allem das Ausbildungssystem, informelle Barrieren bestehen beispielsweise in der Errichtung einer spezifischen Fachkultur, durch die bestimmte Gruppen ausgegrenzt werden. Diese Prozesse sind

---

<sup>12</sup> Wajcman 1994, S. 43 f.

geprägt durch die in der Gesellschaft herrschenden Werte und Machtverhältnisse und damit auch durch das Geschlechterverhältnis, d.h. in Prozessen der Professionalisierung wird (u.a.) versucht, Frauen von prestige- und einflußreichen Berufen und/oder Positionen fernzuhalten. Dabei muß unterschieden werden zwischen Strategien der Ausschließung und gesellschaftlichen Strukturen, die die Ausschließung unterstützen.

Innerhalb der Informatik lassen sich in der Tat Tendenzen erkennen, die zu einer vertikalen und horizontalen Segregation der Geschlechter beitragen: Auf der einen Seite werden immer mehr neue informatischen Ausbildungsgänge und Umschulungsprogramme „unterhalb“ des Hochschulstudiums angeboten, was zu einer Differenzierung und Hierarchisierung des Ausbildungs- und Berufssystems führt. Dabei wenden sich bestimmte Ausbildungsangebote (beispielsweise die sogenannten Assistenzberufe) ausdrücklich an Frauen, so dass die Gefahr besteht, dass Frauen auf untere und mittlere Positionen mit begrenzten Aufstiegsmöglichkeiten festgelegt, d.h. nach „unten“ abgedrängt werden, Männern dagegen die höheren, attraktiveren Ebenen vorbehalten bleiben<sup>13</sup>. Auf der anderen Seite ist zu beobachten, dass Frauen gezielt für bestimmte Arbeitsbereiche nachgefragt und eingestellt werden, da ihnen von den Arbeitgebern soziale und kommunikative Kompetenzen unterstellt werden (Mengel-Belabbes 1998), bzw. dass Frauen v.a. in bestimmten Arbeitsbereichen zu finden sind, aus anderen Tätigkeitsfeldern - v.a. der technischen Entwicklung - aber ausgegrenzt werden (Schmitt 1992). So wird Frauen beispielsweise häufig eine besondere Fähigkeit im Umgang mit informatischen Laien zugesprochen, die Schulung, Betreuung und Beratung von Laien ist jedoch auf einer niedrigen Prestigestufe angesiedelt (Heintz et al. 1997).

Das hat Wirkungen auf die Fachstrukturen- und -inhalte: „Das männliche Geschlecht läuft Gefahr - aufgrund der Art und Weise, in der die Männlichkeit in Anlehnung an die Technologie ausgebildet wird -, dem technologischen Projekt unhinterfragt Priorität zu geben. Frauen haben einen Vorteil: ihre weibliche Geschlechtsidentität stellt sie außerhalb des magischen Kreises der Anziehungskraft von Technologie. Wir müssen die Instrumente für unseren Kampf in den übernommenen Geschlechterverhältnissen finden, und eines der besten Befreiungsinstrumente, das die Weiblichkeit uns an die Hand gibt, ist die Skepsis gegenüber der hypertrophen Technologie um uns herum und Respekt für andere Arten des Handelns und des Herstellens.“<sup>14</sup>

Strukturelle Vergeschlechtlichungen sind nicht nur in bevorzugten Modellen und Methoden der Wissenschaft, hoch bewerteten Kompetenzen, dem professionellen Klima und den professionellen Institutionen zu finden, sondern sie werden, wie in Kapitel 3.C. dargestellt, durch die eigenen Produkte reproduziert und verstärkt. Durch androzentrische Modellierung und technizistisch gestaltete Benutzungsschnittstellen ist Software also auch selbst „gendered“ und dient so zum „gendering“ innerhalb und ausserhalb der Profession (siehe auch Schinzel 1999a). Gegen diesen *circulus vitiosus* ist ein Bewußtwerdungsprozess über die Vergeschlechtlichung von Software, deren Herstellungsprozesse, die Wissenschaftsdisziplin Informatik und informatische Kompetenzen notwendig.

Als Gendering erscheint beispielsweise die von Wolfgang Coy konstatierte ‚Anwendungslücke‘, die auch auch unter wirtschaftlichen Aspekten (Coy 1993 und 1997) geschlossen werden sollte. Alltagstauglichkeit und Anwendungsbezüge von IT-Produkten werden in Wissenschaft und

---

<sup>13</sup> Ein deutliches Beispiel, dass die Zuordnung der Berufe nicht nach Techniknähe der Inhalte, sondern nach Hierarchie erfolgt, ist der Beruf der/s mathematisch-technischen AssistentIn: Es handelt sich um eine stark technisch orientierte Ausbildung, dennoch sind hier in der Mehrzahl Frauen zu finden.

<sup>14</sup> Cockburn/Ormrod 1997, S. 46 f.

Ausbildung der Informatik kaum berücksichtigt, was schwerwiegende Konsequenzen für die Profession hat: Software-Einführungen scheitern oft, weil sie keinen Spielraum für individuelle Benutzungswünsche, höchst unterschiedliche Kontexte, Vorerfahrungen oder Arbeitsroutinen bieten. Cecile Crutzen weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass auch die Software-Ergonomie Vorstellungen, es gäbe ein optimales Design für die Benutzung, vortäuschen und untermauern. Untersuchungen wie unsere Studie über Software-Entwicklerinnen (Schinzel et al 2000) zeigen, dass Frauen eher die Bedeutung der Einbindung von NutzerInnen als gleichberechtigte PartnerInnen im Entwicklungsprozess sehen. Frauen zeigen auch oft eine weniger rigide Fehlersicht, die den Anwendungsfehler nicht sofort als Fehler des Anwenders, sondern auch als Fehler der Benutzungsoberfläche oder der Funktionalität des Systems erkennt (siehe auch Reisin 1988).

Ina Wagners Arbeitsplatzuntersuchungen (z.B. Wagner 1989) deckten neben der Veränderung von Machtstrukturen im Krankenhausbereich durch die Einführung von integrierten Informationssystemen auch die kontingenten Bedingungen auf, die im Verlaufe der Software-Entwicklung zu entsprechenden Festschreibungen führen. Mit alledem sind Fragen des Gendering auf der Produktebene gestellt. Im Entwurf und den Modellierungen von IT-Produkten eingeschriebenes Gendering konnte in verschiedenen Untersuchungen nachgewiesen werden. Robertson (1997) konnte Übergeneralisierungen als eine Ursache von Gendering ausmachen. Auch Sherron (Sherron 2000) zeigt die Marginalisierung von Minderheitenmeinungen und -ansichten durch deren Exklusion bei der Übergeneralisierung in AI-Systemen. Alison Adam (Adam 2000) hat androzentrische Strukturen in den rationalistischen Paradigmen und daraus folgend in der Rigidität von Systemen der Künstlichen Intelligenz nachgewiesen. Im Interface der ersten digitalen Stadt Amsterdam (Rommes 2000, Rommes et al 1999) wurde ebenfalls androzentrisches Design festgestellt. Fisher (2000) weist in ihrer Untersuchung auf die Sensibilität von Web-design für den Erfolg von elektronischem Commerz hin und betont die Notwendigkeit, auch Gender-Aspekte zu berücksichtigen. Unter vielen anderen untersuchten Paul de Palma (de Palma 2001) und Karasti [85] Benutzungsschnittstellen und fanden ein Gendering mit schlechtem, frauenunfreundlichem Design und Inhalt. Ähnliches läßt sich für das Lernen mit Neuen Medien (Kirkup 1995) nachweisen.

Da in Software organisatorische Strukturen und Wissen objektiviert und in formale Strukturen gegossen werden, kann man mit Recht von der Konstituierung vermeintlich objektiver Ordnungen der dabei formalisierten Realitätsausschnitte sprechen. Dass dabei allerdings nur eine von vielen möglichen Sichtweisen expliziert wird, wird durch die rigide Schließung im Formalen unsichtbar gemacht. Beispiele bezogen auf Geschlechter-Relationen in der Organisation von Informationssystemen bieten die durch Arbeitsplatzbeobachtungen in einem EU-Projekt zur Entwicklung eines klinischen Informationssystems von Sarah Willis (Willis 1997) eruierten Androzentrismen. Sie zeigt auf, wie der Begriff der Information als Grundeinheit für die Anforderungsermittlung und Modellierung der gesamten Organisation des klinischen und pflegerischen Wissens eine neue Wissensordnung aufprägt, die eine Interpretation von Medizin und Pflege konstituiert, welche auf rationalistisch verstandenem Wissen basiert und *alternative ways of knowing*, also andere Wissensarten, ausschließt. Auch Cecile Crutzen sieht die geringe Beteiligung von Frauen in der Informatik als Symptom eines tiefer liegenden Machtphänomens, das in hierarchischen binären Biases sichtbar wird, z.B. der Gebrauch von Objekten zur Modellierung von Menschen und sozialen Beziehungen (Crutzen et al 2000). Anhand der Begriffspaare „Objekt-Subjekt“ und „Entwerfen-Benutzen“ sowie der OOD-Methode (objektorientierte Analyse und Design) zeigt sie die Geschlossenheit und damit Unbeweglichkeit



in vielen Methoden der Systementwicklung auf, die auf der Illusion von Objektivität, Neutralität und der Negierung von Macht beruhen.

Die vergeschlechtlichten Informatik-Produkte vergeschlechtlichen so die soziale Umwelt, in der sie zum Einsatz kommen. Die Tabuisierung dieser Konstruktionen erfolgt durch die „Objektivierung“ in für informatische Methoden typischen Schließungen der Systeme zur Erreichung von Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit der Formalisierung. Aufgebrochen werden können solche geschlossenen Systeme durch die von Peter Wegner geforderte Interaktivität (Wegner). Hier setzen auch vorgeschlagene Auswege für ein Degendering an.

## 6. Antworten der Frauen- und Geschlechterforschung

Zwei feministische Haltungen zu dem Problem sind möglich, und eine dritte konstruktive Forderung schließt sich an:

- 1.) Das Drängen auf weitest möglich gehende Elimination des Technikbegriffs in der Informatik um der Inklusion von Frauen willen.

Wenn es so einfach ist, dass mit anderen Bezeichnungen ausgeglichene Geschlechterrelationen herstellbar sind, warum dann nicht eine feministische Gegenstrategie, die den Austausch von Worten und Begriffen fordert, die Technik und Ingenieurtum enthalten? Von der Frage der Durchsetzbarkeit einmal abgesehen ist das Problem bei dieser Forderung, daß sie Konstruktionen von Technik und Geschlecht reproduziert und das problematische Verhältnis den Frauen (und Männern) in anderen technischen Fächern, wie Maschinenbau und Elektrotechnik, überläßt, d.h. sie rekurriert auf geschlechtsspezifische Technikrelationen.

Wichtig ist jedenfalls, auf die problematischen Wirkungen der Annäherung an die Ingenieurwissenschaften deutlich hinzuweisen.

- 2.) Die zweite und - aus oben erwähnten Erwägungen - vorzuziehende Möglichkeit ist die Dekonstruktion und Veränderung der Technikbegriffe und ihrer androzentrischen Verwicklung.

Der „mythische Technikbegriff“ (Wajcman 1991) muss auf die Möglichkeiten seiner Dekonstruktion hin untersucht werden, denn durch eine Dekonstruktion der Verknüpfung von Männlichkeit, Macht und Technikkompetenz kann die Widersprüchlichkeit der Vergeschlechtlichung dieses Berufsfeldes aufgezeigt, geschlechtsstereotype Analogiebildungen als soziales Konstrukt entlarvt und damit die Möglichkeit des Abbaus von Barrieren für den Zugang von Frauen zur Informatik verdeutlicht werden. Auch Ulrike Erb (Erb 1996) fordert aufgrund ihrer Ergebnisse, die Elemente von Technologie zu differenzieren und Technologie als Ganzes zu demystifizieren. Zugleich können damit die tatsächlich vorhandenen technischen Kompetenzen von Frauen sichtbar gemacht werden. Wajcman unterscheidet dabei ebenfalls drei Bedeutungsebenen der Technik und bleibt mir ihnen innerhalb unserer Kategorisierung von Kapitel 2: sie meint erstens eine Form von Wissen und »Know-how«, um technische Gegenstände zu benutzen, zu reparieren, zu entwerfen und herzustellen. Dieses Know-how kann oft nicht in Worten ausgedrückt werden: Es ist visuell, sogar taktil, nicht lediglich verbal oder mathematisch. Aber es kann auch systematisiert und gelehrt werden, wie es in den verschiedenen Disziplinen des Ingenieurwesens geschieht. Zweitens Tätigkeiten, menschliche Handlungen und Praktiken und drittens technische Dinge wie Computer.“ (Wajcman 1991). Zu allen diesen

Ebenen wurden im Kapitel 5 Beispiele für Vergeschlechtlichungen in der Informatik gegeben, so etwa skills, die nur auf formal-technischer Ebene angesiedelt sind und Software, die die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung reproduziert.

Zur Dekonstruktion und Entmystifizierung von technischen Leistungen in der Informatik möchte ich hier einige gebräuchliche Bezeichnungen von Teilgebieten der Informatik und dazu - beliebig herausgegriffene (die auch nicht notwendigerweise im Konsens mit allen Vertretern der jeweiligen Gebiete stehen), aber möglichst kurze - Definitionen vorstellen. Gemeinsam ist diesen Gebieten, daß sie mit der Bezeichnung *engineering* bedacht werden, was GeisteswissenschaftlerInnen in Erstaunen versetzen mag, würden sie doch einen Großteil der Kompetenzen zur Bearbeitung der dabei auftauchenden Probleme eher in ihrem eigenen Bereich ansiedeln und nur jenen Teil, der mit der Transformation der Lösung ins Artefakt zu tun hat, als Ingenieursleistung.

**Software Engineering** ist die älteste der Engineering Definitionen in der Informatik Sie wurde 1968 bei dem nachträglich so benannten ersten Software Engineering-Kongress der ACM in Garmisch-Partenkirchen geboren als Lösung der (trotz Software Engineering seit 30 Jahren anhalten) Softwarekrise (siehe auch Schinzel 1996). F.L. Bauer hoffte mit dem Appell an die Ingenieurstudenten die Softwarequalität zu verbessern. Es meint bis heute vor allem ein systematisches Vorgehen zur Softwareentwicklung, ist also vor allem eine organisatorische Disziplin, die sich mit systematischer Produktion und Wartung von Softwareprodukten und Software-Modifikationen/Anpassungen , v.a. auch unter Zeit und Kostenaspekten befasst. (siehe auch Fairley 1985).

**Software engineering** umfasst Begriffe wie **Anforderungsanalyse, Problemstrukturierung und Algorithmisierung, Architektur und Design, Vorgehensmodelle, Rapid Prototyping, Software-Prozessmodelle, Konfigurationsmanagement, Projektplanung, Project Tracking, Qualitätssicherung und -management, Risikoanalyse und -management, Testmodelle, Wartung**, u.s.w. Dabei hat die Berufsbezeichnung Software Engineer die der ProgrammiererIn abgelöst, auch um klarzumachen, dass Software zu entwickeln nicht einfach nur Programmieren ist, sondern auch "building of software systems which are so large or so complex that they are built by a team or teams of engineers" (siehe Ghezzi, Jazayeri, and Mandrioli: Fundamentals of Software Engineering). Auch sollen mit den Software Engineering Yellow Pages (SEYP) "Software Engineering is intended to mean the best-practice processes used to create and/or maintain software, whether for groups or individuals, in attempt to rid ourselves of the usual haphazard methods that have plagued the software industry". Seit Langem sind auch **CASE-Tools** auf dem Markt und helfen bei Prozessmodellierung, Qualitätsmanagement, etc.. (<http://hopper.unco.edu/course/isaacson/cs350f00-softengdefn.html>) (<http://www.practicalprocess.com/seyp/definition.html>)

**Softwaretechnik** wird oft als Synonym mit Software Engineering gebraucht. Doch läßt sich beobachten, dass diese Bezeichnung oft zur Einengung auf formale Mittel (formale Spezifikation, Verifikation, etc.) und skills gebraucht wird.

Gerade im Bereich des Software Engineering aber sind, etwa von Christiane Floyd und anderen Methoden für alternative Vorgehensweisen, für evolutionäres, zyklisches und die BenutzerInnen einbeziehendes Vorgehen entwickelt worden (Floyd et al. 1992).

Besonders in jüngerer Zeit besteht die Tendenz, aus der Praxis anfallende Problemklassen und ihre (oft auch noch gar nicht existierenden) methodischen Zugänge mit Engineering-Postfixen zu versehen.

So befaßt sich **Usability Engineering** (auch **Human factor engineering** genannt) mit einer Form der Produktentwicklung, die direktes BenutzerInnen-Feedback während des gesamten Entwicklungszyklus (eine zyklische Softwareentwicklung mit Prototyping ist dabei vorausgesetzt) in verbessertes Produktdesign inkorporiert, um damit Produkte und Tools zu erzielen, die nicht nur den NutzerInnenwünschen genügen, indem sie steilere Lernkurven durch „ease of use“ versprechen, sondern auch wirtschaftlichen Nutzen versprechen:

- Größere Produktivität, Verkaufszahlen und Gewinne
- Geringere Trainings- und Support-Kosten
- Geringere Entwicklungszeit und -kosten
- Geringere Wartungskosten und zufriedenerere Kunden

(<http://www.upassoc.org/outreach/usability.engineering.html>)

([http://www.air-dc.org/program\\_areas/usability/uedefine.htm](http://www.air-dc.org/program_areas/usability/uedefine.htm))

Anleitung für empirische Instrumente zur Befragung der BenutzerInnen, wird, in dieser Definition jedenfalls, nicht gegeben.

Das **Requirements engineering** bietet Anleitungen zur Operationalisierung der Anforderungsanalyse, welches mittels tools und check-Listen zur Spezifikation von Ist- und Sollzustand in Pflichtenheft oder formaler Spezifikation führen soll.

Doch bieten sie kaum Hilfen, das zu spezifizierende Untersuchungsfeld zu analysieren und zu verstehen. Die sich dafür anbietenden qualitativen empirischen Methoden scheinen nicht auf.

Analoges gilt für das **Contentware Engineering**, das sich analog mit dem Verstehen, Ordnen und Darstellen anwendungsspezifischer Informationsinhalte befasst.

Ebenso analog soll das **Knowledge engineering** helfen, Wissen und Expertise für Wissensbasierte Systeme zu erheben und die Wissensorganisation einschließlich der Inferenzkomponenten zu unterstützen.

z.B. (<http://www.computeruser.com/resources/dictionary/definition.html?lookup=3670>)

**Design Engineering** erzeugt und transformiert Ideen und Konzepte zur Modellbildung in eine Produktdefinition, die Benutzungsanforderungen erfüllt. Die Rolle des Design Engineers ist die Erzeugung, Synthese, Iteration und Präsentation von Designlösungen in Kooperation mit den Software-Engineering-Spezialisten, deren Lösungen sie für das fertige Produkt in die „form, fit and function - Dokumentation“ integrieren. Siehe z.B. (<http://www.aiaa.org/tc/de/de-def.htm>)

**Systems Engineering definiert einen** integrierten Zugang zur Synthese gesamter Systems, die Aufgaben in erwartbar effizientester Weise auszuführen, wobei jede Systemkomponente als einzelne Einheit für sich modelliert ist. Siehe auch (<http://www.aiaa.org/tc/de/de-def.htm>), (<http://vislab-www.nps.navy.mil/~me/calvano/asnesem/sld016.htm>)

**Human engineering** bezeichnet nach Barry Boehm et al (Boehm 78) das Ausmaß, in dem ein System menschliche Anforderungen erfüllt, ohne Zeit und Energie der NutzerInnen zu verschwenden. (<http://www.sei.cmu.edu/str/indexes/glossary/human-engineering.html>)

**Human-centered engineering** wiederum befasst sich etwas allgemeiner mit Benutzungs- und Kommunikationsschnittstellen zwischen Menschen und informationstechnischen Systemen.

**Human performance engineering** will den Beitrag unterschiedlicher wissenschaftlicher Fächer, die für die praktische Anwendung von Ingenieursprinzipien auf eine für eine Resultat orientierte Situation typisch menschliche Aufgabe oder eine von Menschen ausgeführte Funktion sammeln und nutzen. Stolovitch et al (Stolovitch and Keeps 1992) weisen dabei darauf hin, dass sich dabei Ingenieursprinzipien auf unterschiedlichste Weise manifestieren können, als Erhöhung von Qualität oder Quantität von Aufgaberesultaten, als Minimierung von Kontraproduktivität, die auf äußeren Stress zurückzuführen ist, indem Personen gestattet wird, eine Aufgabe nach ihrem höchsten Performanzpotential auszuführen.

(<http://www.bae.ncsu.edu/bae/research/blanchard/www/465/textbook/otherprojects/human/project/definition.html>)

**Ontologie engineering** konzeptualisiert und implementiert Ontologien, etwa als Wissensmodellierung für die Datenbankintegration für die Bereitstellung großvolumiger und inhaltlich tief spezifizierter Wissensquellen. Ontologien sind Kategoriensysteme, die eine Sicht der Welt repräsentieren, sie beschreiben eine anwendungsbezogene Domäne. Dafür wird ein ontologisches Baukastensystem definiert/hergestellt, das Konzepte (in Logik- und KI-erprobter Manier) auf mittels Konzept-Taxonomien (Ober/Unterbegriffsbeziehungen) und Konzept-Partonomien (Teil-Ganzes-Hierarchien) auf ihre Bestandteile, wie Elemente und Relationen, Instanzen, Klassen und Prädikate herunterbricht. Weiter können Mereotopologien (regionen-basierte Topologien), Partonomien (Teil-Ganze-Relationen), Subklassifikationskriterien und diskriminierende Kriterien betrachtet werden, so dass man nicht nur Spezifika der Anwendung erfassen, sondern auch zu Sichtweisen, situierten Ontologien, kommen kann. Beispiele sind etwa die CYC-Ontologie [www.cyc.com](http://www.cyc.com), oder für eine Anwendung auf die Genetik: [geneontology.org](http://geneontology.org).

**Web Engineering** bezeichnet die Modellierung und Entwicklung von Darstellung und Organisation von und die Navigation in Wissensgebieten für Webseiten.

Auffallend ist, dass die meisten mit der Methode „engineering“ bedachten Begriffe an der Grenze zum Menschen, zu den prospektiven NutzerInnen angesiedelt sind. Noch auffallender, dass methodische Zugänge meist nicht genannt werden, weder analytische noch konstruktive, und dass bei allen diesen Definitionen jene Anteile verschwinden, die mit der Analyse des Problems, der empirischen oder sonstigen wissenschaftlichen Untersuchung, die zu Lösungen führen können, zu tun haben bzw. diese Anteile diffus in der Bezeichnung „engineering“ aufgehen. Statt dessen wird entweder die Erfüllung einer Forderung ans fertige Produkt (design engineering) in die Definition genommen, ohne auf die Methoden für den Produktionsprozess einzugehen (human engineering); oder die Lösung wird weitgehend den NutzerInnen überlassen (usability engineering). Meistens jedoch fällt sie vom Himmel. Die Engineeringmethode, so offen sie bleibt, wird dabei immer mit wirtschaftlichen Optimierungszielen in Verbindung gebracht. Bei der Definition des Human Performance Engineering wie beim Usability Engineering wird sie klar gefordert, dabei aber Humanfaktoren, wie die Reduktion äußeren Stress', mit in das engineering einbezogen.

Die ingenieurwissenschaftliche Methode ist definitionsgemäß offen für alle (auch empirische) Methoden: Sie will die optimale Auswahl und optimale Kombination verschiedener Methoden zur Lösung eines Problems. Diese Definition würde auch den Gebrauch passender geistes- und sozialwissenschaftlicher Methoden implizieren, in der methodischen Offenheit liessen sich auch personengebundene Wissensformen wie „tacit knowledge“ oder „sticky information“ (Hippel 1994) unterbringen (etwa für usability engineering und human engineering), aber faktisch geschieht meist nichts weniger als das. Die Verbindung von Ingenieurtum mit Maschinen und Technik verschließt solche Sichtweisen.

Statt die Möglichkeiten eines multidisziplinären Engineering zu nutzen, scheint die Einführung von Engineering-Postfixen als Bezeichnung für Teilgebiete der Informatik mit starkem Bezug zu den Geistes- und Sozialwissenschaften als Bollwerk gegen das Eindringen gerade dieser Wissenschaften zu fungieren. Und dort wo solche „weichen“ Methoden dennoch gebraucht werden, können die Ingenieursetiketten als Tarnung zur Aufrechterhaltung des Geruchs von Härte und High-Tech, als Abschottung gegen eine Aufweichung oder gar Auflösung der Informatik in anderen Gebieten dienen. Mit diesen Kategorisierungen werden nicht nur Grenzwälle gegen nicht technische Fächer aufgeschaufelt, sondern auch starke Filter gegen das Eindringen von Weiblichkeit eingebaut, die die hohe Bewertung und Bezahlung des Bereiches gefährden könnte.

Denn die Informatik ist gerade ein Beispiel für eine neue Art von transdisziplinärem Fach, zwischen Wissenschaft und Kunst, zwischen Technik, Mathematik und Kulturwissenschaften. Heidi Schelhowe (Schelhowe 1997) stellt fest, dass sich mit der Informatik auch der Begriff von Technik verändert: „Indem jetzt auch Software als Technik gilt und die Trennung zwischen Mathematik und Ingenieurwesen unscharf wird, ändern sich die klassischen Vorstellungen und damit auch die (eng mit Männlichkeit verknüpften) Bilder von Technikonstruktion und Technikbeherrschung. Technikonstruktion zielt hier nicht mehr auf das Funktionieren einer physikalischen Maschine als Qualitätsmerkmal. Das logische Durchdenken und das physikalische Funktionieren reichen weniger denn je aus als Kriterium für "gute" Technik. Vielmehr ist ein Verständnis für Arbeits- und Lebensprozesse gefordert, damit Menschen die Datenverarbeitungen durch die Maschine als eine sinnvolle anerkennen und sie in ihre Handlungen einbetten können. Erst daran, dass Menschen Software sinnvoll in ihre Tätigkeit einbinden können, zeigt sich, ob der Konstruktionsprozess gelungen ist oder nicht. (...) Dennoch wird gerade sie mit dem Attribut "High Tech" bedacht. Dadurch, so schreibt sie, wird gewährleistet, daß auf einem Gebiet, das von großem Einfluß für die Gestaltung der Zukunft sein wird, männliche Dominanz gewahrt bleibt.“

### 3.) Konstruktive Vorschläge

Dies führt bereits zu einer konstruktiven Wendung der analytisch gewonnenen Erkenntnisse. Ein Vorschlag, der rigide Schließungen durch Softwareprodukte verhindern soll, ist Cecile Crutzens (Crutzen 2000) Modell der Interaktivität. Statt durch im Entwurf festgelegte Entscheidungen, wie ein Handeln interpretiert und welches Handeln formal repräsentiert wird, die Interpretationsvarianz der BenutzerInnen und damit sowohl deren Subjektivität als auch die der DesignerInnen einzuschränken, und BenutzerInnen so als passiv Modellierter erscheinen zu lassen, fordert sie, dass NutzerInnen auch als aktive GestalterInnen der von ihnen benutzten Software fungieren sollen. Erst durch eine Öffnung von Software-Produkten zur Mitgestaltung und zum Mit-Entwerfen auf NutzerInnenseite können neue Diskursräume geschaffen werden,

kann Software für jedes Vorwissen, jede kognitive Orientierung und Zugangsweise „zuhanden“ gemacht werden.

Gerade in den mit Engineering-Postfixen bezeichneten Teilgebieten der Informatik wird deutlich, daß diese nicht ohne Rückgriffe auf Geistes- und Sozialwissenschaften auskommen können. Große Firmen setzen ihre Entwicklungsteams inzwischen interdisziplinär zusammen. Teildisziplinen der Informatik, wie Mensch-Maschine-Kommunikation bewegen sich zwischen verschiedenen Fächern.

Im Gegenzug zur immer weitergetriebenen und verfeinerten Axiomatisierung und vollständigen Algorithmierung kommen auch zunehmend Problembearbeitungen mit Hilfe immer aufwendigerer Computersimulation auf. Auch heuristische Verfahren und interaktive Vorgehensweisen erweisen sich vollständigen Lösungen und Algorithmen gegenüber oft als überlegen. Dies gilt insbesondere bei „ill structured problems“, die überhaupt nicht algorithmierbar sind und mit wachsender Komplexität technischer Systeme immer häufiger werden.

Überdies gewinnen personengebundene Wissensformen wie „tacit knowledge“ oder „sticky information“ an besonderem, strategischem Wert (Schön 1987), Gebiete, die wegen ihrer unsichtbaren Arbeit und der ihnen zugeschobenen chaotischen, nicht professionalisierten Arbeitsanteile schon immer in den Bereich weiblicher Kompetenz gehört haben (Grundy 1996). Diese sind jedoch oft nur schwer textlich zu vermitteln, oft nur durch unmittelbare Anschauung nachzuempfinden, wodurch sie in die Nähe von Donald Knuth's Handwerker-Künstler-Verständnis rücken. (Donald Knuth: The Art of Computer Programming 1968-1973). Neuere Ingenieursparadigmen sprechen vermehrt von der "Art of Engineering Design" des nunmehr "Reflective Practitioner" (Profos 1995, Schön 1987) und vergleichen künstlerisches und technisches Schaffen und damit eine Betonung des heuristischen Wertes ästhetischen Empfindens (Wengenrodt). Donald Knuth hat die Informatik immer schon als (literarische) Kunst angesehen.

Die Informatik kann deshalb (und auch weil keine Technologie mehr ohne eingebettete Software auskommt) als Modell für eine neue Auffassung der Technikwissenschaften stehen, nicht nach klassischen Einteilungen der Wissenschaften etwa nach exakten bzw. objektiven mathematisch-naturwissenschaftlichen und diskursiven bzw. hermeneutischen Kulturwissenschaften, sondern dazwischen, geprägt von gedanklicher und organisatorischer Arbeit, die technisch realisiert wird.

Dies alles erweist sich als Möglichkeit, den Technikbegriff so zu erweitern, dass er für Frauen akzeptabler erscheinen kann. Tatsächlich geschieht dies bereits auch innerhalb der Ingenieurwissenschaften:

Als Paradigmen zur Veränderung der Ingenieursqualifikationen nennt Mona Dahms (Dahms 2000) an erster Stelle die Inklusion von 'soft' skills. In der Ingenieurausbildung müssen dafür auch die Studienformen und die stark festgelegten, verschulden Curricula verändert werden (Neef 1997), dies auch, um den wachsenden Anforderungen an individuelle Studiumsplanung gerecht zu werden. Auch das von der EU in sieben europäischen Partnerländern geförderte Curriculum-Women-Technology - Projekt (CuWaT, 1998) sieht in seinen Rahmenrichtlinien zu einer innovativen Ingenieurausbildung drei wesentliche Änderungsanforderungen vor, die gleichzeitig auch denen der wichtigsten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gruppen genügt: „A change of pedagogical approach towards student-centred learning; A change in content towards a holistic approach to technology whereby relevant aspects from humanities and social sciences are integrated into the technical analysis; A change of institutional culture to embrace diversity,

respect other professions and other cultures and to create a culture of co-operation and team work both among students and among staff. Such a three-dimensional change will - according to the opinion of the CuWaT project group - lead to the development of those skills emphasised as being necessary for future engineers which - apart from professional technical skills - are the following:

Methodological skills, including

- problem solving
- information processing
- project management and time management, including monitoring and evaluation

Social skills, including

- communication
- team working
- inter-disciplinarity

Learning skills, including

- self management
- innovation
- creativity.“

Als dritte und am weitreichendsten aber sieht Mona Dahms eine Veränderung des Wertesystems, der Normen und ethischen Paradigmen erforderlich, die anders oder zumindest mehr als bisher humane, soziale und ökologische Verantwortung als integralen Bestandteil der professionellen Identität fordert.

## **Literatur:**

Adam Alison (2000): Information Systems: in Balka E., Smith, R.: Women, Work and Computerization. Charting a Course to the Future; Kluwer Academic Pub., Dodrecht.

Appleton, Helen, ed. (1995): "Do It Herself. Women and technical innovation", Intermediate Technology Publications, ISBN 1-85339-287-1.

Banse, G./Striebing, L. (1983) Technik. in: Hörz, H./Liebscher, M./Löther, R./Wollgast, S. (Hrsg.) (1983) Philosophie und Naturwissenschaften: Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften. Berlin.

Boehm, Barry W.; Brown, John R.; Kaspar, Hans; Lipow, Myron; MacLeod, Gordon J. & Merritt, Michael J. (1992): Characteristics of Software Quality. New York, NY: North-Holland Publishing Company.

Bonsiepen L., Coy W.: „Eine Curriculardebatte“, in: Informatik-Spektrum 15, 6, 1992.

Camp, Tracy (1997): The incredible shrinking pipeline. Commun.ACM 40, 10 (Oct. 1997), 103-110.

Cockburn, Cynthia: Die Herrschaftsmaschine. Geschlechterverhältnisse und technisches Know-How. Berlin/Hamburg, Argument Verlag 1988.

Cockburn, Cynthia/Ormrod, Susan (1997): Wie Geschlecht und Technologie in der sozialen Praxis "gemacht" werden, in: Dölling, Irene/Krais, Beate (Hrsg.): Ein alltägliches Spiel. Geschlechterkonstruktion in der sozialen Praxis, Frankfurt/M., S. 17-47.

Coy, Wolfgang; Nake, Frieder; Pflüger, Jörg-Martin; Rolf, Arno; Seetzen, Jürgen; Siefkes, Dirk; Stransfeld, Reinhard (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig: Vieweg 1992.

Coy, Wolfgang u.a. (Hrsg.) (1993): Menschengerechte Software als Wettbewerbsfaktor, Stuttgart, Leipzig.

Coy, Wolfgang ( 1997): Defining Discipline. In Freksa, Ch. /Jantzen, M./ Valk, R. (Hrsg.): Foundations of Computer Science, Berlin, Heidelberg, New York.

Coy, Wolfgang u.a. (1997a): HyperCult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien. Basel

Crutzen, Cecile (1995): „Feministische Theorien. Eine Inspiration für Curriculums-Entwicklungen in der Informatik“, in: *Frauenarbeit und Informatik*, 11.

Crutzen, Cecile (2000): Interactie, en wereld von verschillen. Een visie op informatica vanuit genderstudies. Dissertation. Open Universiteit Nederlande. Heerlen

Crutzen, C., Gerrisen, J.F. (2000): Doubting the Object World; in Balka E., Smith, R.: Women, Work and Computerization. Charting a Course to the Future; Kluwer Academic Pub., Dodrecht, 2000.

CuWaT, 1998

Dahms, Mona (2000): A New Paradigm for the Engineering Sciences? ; In Tenner, Armin (ed) International Conference Challenges for Science and Engineering in the 21st Century, Stockholm, 14 - 18 June 2000.

Erb, Ulrike: Frauenperspektiven auf die Informatik. Infomatikerinnen im Spannungsfeld zwischen Distanz und Nähe zur Technik. Münster: Westfälisches Dampfboot 1996.

Floyd, Christiane, Züllighoven, H., Budde, R., Keil-Slawik, R.: Software Development and Reality Construction, Berlin-Heidelberg-New York et al.: Springer, 1992

Fairley (1985): Software Engineering Concepts, McGraw-Hill.

Fisher, J., Craig, A.: Considering the Gender of Your Web Audience; in Balka E., Smith, R. (eds.) (2000): Women, Work and Computerization. Charting a Course to the Future; Kluwer Academic Pub., Dodrecht.

Fuchs Christian: Zum Technikbegriff <http://stud1.tuwien.ac.at/~e9426503/technsoz/technik.html>

Green, E./Pain, D./Owen, J.: *Gendered by Design*, London 1993.



Grint, K./Gull, R.: The Gender-Technology-Relation, Bristol 1993.

Grundy, Frances (1996): Women and Computers, Wiltshire.

Harding, Sandra (1990): Feministische Wissenschaftstheorie. Zum Verhältnis von Wissenschaft und sozialem Geschlecht, Hamburg.

Heintz, Bettina (1993): Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers. Frankfurt a. M.: Campus.

Heintz, Bettina et al. (1997): Ungleich unter Gleichen: Studien zur geschlechtsspezifischen Segregation des Arbeitsmarktes, Frankfurt.

Henwood, Flis: „Establishing Gender Perspectives on Information Technology. Problems, Issues and Opportunities, in: Green, E./Owen, J./Pain, D. (eds.): Gendered by Design? Information Technology and Office Systems, London/Washington D.C. 1993, p. 31-52.

Hippel, E. von (1994): 'Sticky Information' and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation, in: Management Science 40 (1994), S. 429-39.

Hopness, T./Rasmussen, B.: „The Production of Male Power in Computer Science“, in: Erickson, I.V./Kitchenham, B.A./Tijdens, K.G. (eds.): Women, Work and Computerization, North-Holland 1991.

Janshen, D./Rudolph H.: Ingenieurinnen. Frauen für die Zukunft, Berlin 1987.

Jauschek, Martina: Technik – Vom Forderungenstellen über die Mailänderinnen zur Subsistenz, (<http://ufo.htu.tuwien.ac.at/tutorial/readerin/mailand.html>)

Keller, Evelyn Fox (1985): “Reflections on Gender and Science”, Yale University Press, ISBN 0-300-03636-1.

Kirkup, G. (1995): The importance of gender as a category in open and distance Learning; Conference on putting learner first: Learner-centered approaches in open and distance learning , UK, July 1995.

Knuth, Donald E. (1984): "Literate Programming", Computer Journal, Vol 27.

Mengel-Belabbes, Kathrin (1998): Möglichkeiten und Schwierigkeiten hochqualifizierter Frauen auf dem Arbeitsmarkt. Informatikerinnen in der Bundesrepublik. Aus Politik und Zeitgeschichte, B22-23, S. 31-37

Müller, Jens (2000): “Conceptual Framework for Planning and Implementing International Technology Transfer”, Lecture Note for the Study Circle on International Technology Transfer, Department of Development and Planning, Aalborg University.

Nake, Frieder: Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit. In: [Coy et al.1992], S.181-201.

Peter Naur, Computing (1992): A Human Activity, New York: ACM Press, and Reading, Mass.: Addison Wesley.

de Palma, Paul (2001): Why Women Avoid Computer Science; The numbers prove that women embrace the “precision” of mathematics. Could it be the ill-defined nature of computing is what drives them away? Commun.ACM, 44, 6, (June 2001), pp 27-29.

Pflüger Jörg-Martin (1994): Informatik auf der Mauer, Informatik Spektrum 17:6.

Pflüger Jörg-Martin (1994a): Über die Verschiedenheit des maschinellen Sprachbaus; in Bolz, N., Kittler, A., Tholen, Ch.: Computer als Medium, Wilhelm Fink Verlag, München.

Profos, P. (1995): Schöpferische Prozesse. Eine kybernetische Betrachtung, in: Schweizer Ingenieur und Architekt, 6 (2.2.1995), S. 31-36.

Rammert, Werner (1993) Technik aus soziologischer Perspektive: Forschungsstand, Theorieansätze, Fallbeispiele. EinÜberblick. Opladen. Westdeutscher Verlag

Reisin, Fanny-Michaela (1988): Menschenzentrierte Software-Entwicklung. Ein weibliches Anliegen, in: Schöll, Ingrid/Köller, Ina (Hrsg.): Mikro-Sisters. Digitalisierung des Alltags. Frauen und Computer, Berlin, S. 62-66

Robertson, T. (1997): „And it´s a generalisation. But no, it´s not“: Women, Communicative Work and the Discourses of Technology Design; Grundy, F., Köhler, D., Oechtering, V., Petersen, U.(eds.): Women, Work and Computerization: Spinning a Web from Past to Future; Berlin, HD, NY, Springer.

Rommes, E.: Gendered User Representations; in Balka E., Smith, R. (eds.): Women, Work and Computerization. Charting a Course to the Future; Kluwer Academic Pub., Dodrecht, 2000.

Rommes, E., van Oost, E., Oudshoorn, N. (1999): Gender in the Design of the Digital City of Amsterdam: Information, Communication and Society. 2(4), 476-495.

Rothschild, Joan, ed. (1983): “Machina ex Dea. Feminist Perspectives on Technology”, The Athene Series, Pergamon Press, ISBN 0-08-029403-0.

Schelhowe, Heidi (1997): Die Krise für Veränderungen nutzen! Technologie und Geschlechterverhältnis in der Informationsgesellschaft Erschienen in: Bath, Corinna; Barbara Kleinen, Barbara (Hrsg.): Frauen in der Informationsgesellschaft: Fliegen oder Spinnen im Netz? Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Schinzel, Britta (1991): Frauen in Informatik, Mathematik und Technik. In: Informatik-Spektrum 14, 1-14.

Schinzel, B.: Frauenforschung in Naturwissenschaft und Technik - beispielhafte Ergebnisse aus der Informatik. In: S. Philipps: Realitäten, Ergebnisse und Perspektiven der Frauenforschung in Baden-Württemberg. Tübingen/Stuttgart: Silberburg-Verlag 1994, S 31-61.

Schinzel, B.: „Technikfolgen- und Technikgeneseforschung für die Informatik“, in: Schinzel B.: Schnittstellen. Studien zum Verhältnis zwischen Informatik und Gesellschaft, Wiesbaden 1996.

Schinzel, B.: "Why is female participation decreasing in German Informatics?", in: IFIP-Conference on Women Work and Computerization. Springer Lecture Notes in Computer Science, Berlin/Heidelberg/New York 1997.

Schinzel, Britta, Parpart, Nadja (1998): Geschlechterforschung Informatik – ein Forschungsprogramm; Neue Impulse, Wiss. Beiträge und Mitteilungen des DAB, 3.

Schinzel, Britta (1999a): Informatik, vergeschlechtlicht durch Kultur und Strukturen, ihrerseits vergeschlechtlichend durch die Gestaltung ihrer Artefakte; in Janshen, D. (Hrsg.): Frauen über Wissenschaft, Juventus, Weinheim 1999, S 61-81.

Schinzel, B.: Challenges for an Ideal University; Proceedings of the European Women in Mathematics – 1999 Conference in Loccum, Editors: Rachel Camina and Lisbeth Fajstrup; Hindawi electronic Publisher (<http://www.hindawi.com/>), EMS server <http://www.emis.de/>

Schinzel, B.: „The Contingent construction of the relation between gender and computer science“; in: Brown, A./Morton, D. (eds.): Proceedings of the 1999 International Symposium on Technology and Society. Women and Technology. Historical, Societal, and Professional Perspectives, New Brunswick, New Jersey.

Schinzel, B., Parpart, N., Westermayer, T.: Fernstudienkurs „Informatik und Geschlechterdifferenz“ der Universität Tübingen und des DIFF, 97 S; Tübinger Studententexte Informatik und Gesellschaft; Hrsg.: Silvia Rizvi, Herbert Klaeren; Tübingen 1999, 97 S.

Schmitt, Bettina (1992): Professionalisierung und Frauenbeteiligung in der Informatik. In: Wetterer, Angelika (Hg.): Profession und Geschlecht. Über die Marginalität von Frauen in hochqualifizierten Berufen. Frankfurt/Main (Campus), S. 145-156

Schön, Donald A. (1987): Educating the Reflective Practitioner, San Francisco: Jossey-Bass.

Sherron, C. (2000): Constructing Common Sense; in Balka E., Smith, R. (eds.): Women, Work and Computerization. Charting a Course to the Future; Kluwer Academic Pub., Dodrecht, 2000. zeigt die Marginalisierung von Minderheitenmeinungen und -Ansichten durch Exklusion bei der Übergeneralisierung in AI-Systemen.

Stolovitch HD and Keeps EJ, editors (1992), Handbook of Human Performance Technology. San Francisco: Jossey-Bass Inc., Publishers.

Tuchel, Klaus (1967) Herausforderung der Technik: Gesellschaftliche Voraussetzungen und Wirkungen der technischen Entwicklung. Bremen. Schünemann

UNIFEM (1999): "Women Making a Difference in Science and Technology. Case Studies", United Nations Development Fund for Women, <http://www.unifem.undp.org/wmdst>

Wagner, Ina (1989): „Regulierung von Krankenhausarbeit. Ein Vergleich des Computereinsatzes in Österreich, Frankreich und den USA aus der Perspektive der Organisation von Pflegearbeit und Labortätigkeiten“. In: Journal für Sozialforschung, 29. Jg, Heft 2, S. 165-180.

Wajcman, Judy (1991): *Feminism Confronts Technology*. London: Polity Press.

Wengenroth, Ulrich: Der aufhaltsame Weg von der klassischen zur reflexiven Moderne in der Technik, in: Thomas Hänseroth (Hrsg.), *Technik und Wissenschaft als produktive Kräfte in der Geschichte*, Dresden: TU Dresden 1998, S. 129-140.

Wengenroth, Ulrich, Ivo Schneider, Helmuth Trischler (Hrsg.): *Wechselwirkungen zwischen Naturwissenschaft und Technik im 20. Jahrhundert*, (München 1999).

Wegner, Peter (1997): Why Interaction is More Powerful than Algorithms; *CACM*, May 1997, Vol. 40, No.5, pp 81-91.

WEPAN (2000): "Women in Engineering Programs and Advocates Network", <http://www.wepan.org/>

Wetterer, Angelika (1992): *Profession und Geschlecht*; Frankfurt, New York.

Willis, S. (1997): „The Moral Order of an Information System“ IFIP-Conference on Women Work and Computerization, Springer Lecture Notes in Computer Science, Berlin, Heidelberg, N.Y..