

Intellektuelle Werkzeuge und werkzeug- vermittelte Erfahrung: Bemerkungen zum Gegenstandsbereich der Software- Ergonomie

Andreas Grünupp & Klaus-Peter Muthig, Tübingen

Zusammenfassung

In diesem Beitrag soll aufgezeigt werden, daß zur Lösung der in der Software-Ergonomie anstehenden Probleme sowohl der aus der klassischen Ergonomie übernommene Werkzeugbegriff als auch die von dort übernommene Trennung zwischen Funktionalitätsgestaltung und ergonomischer Gestaltung inadäquat ist. Es wird dargelegt, daß die Aufgabe der Software-Ergonomie in der Gestaltung intellektueller Werkzeuge liegt und daß eine solche (Neu-)Bestimmung des Gegenstandsbereiches nicht nur neue theoretische Konzepte, sondern einen grundsätzlich neuen Forschungsansatz in der Software-Ergonomie erfordert.

1. Zur Trennung von Funktionalitäts- und Schnittstellengestaltung

In allgemeiner Charakterisierung zielt die klassische Ergonomie darauf ab, die realen Bedingungen des Tätigseins so an die Eigenschaften und Bedürfnisse des Menschen anzupassen, daß diesem ein möglichst hoher Nutzen seiner Fähigkeiten und Fertigkeiten ermöglicht wird (Laurig, 1983). Um dieses Ziel zu erreichen, versucht man wissenschaftliche Erkenntnisse über den Menschen systematisch zur Gestaltung der Objekte einzusetzen, auf die sein Tätigsein bezogen ist und zwar so, daß diese Objekte möglich effizient zu benutzen sind und gleichzeitig die Gesundheit, Sicherheit und Zufriedenheit des sie benutzenden Menschens gewährleisten (McCormick, 1976). Da das Tätigsein des Menschen vor allem auf Werkzeuge bezogen ist, kann als zentraler Gegenstandsbereich der klassischen Ergonomie die Gestaltung von Werkzeugen gesehen werden. Was dabei unter einem "Werkzeug" verstanden wird, bleibt allerdings oft unscharf, deckt sich jedoch im wesentlichen mit dem alltagssprachlichen Verständnis (was auch durch die häufig verwendeten Synonyme wie "Maschine" oder "Technik" indiziert wird).

Mit dem Aufkommen der Software-Ergonomie wurden diese Gestaltungsziele sowie mit ihnen verbundenen Forschungsstrategien weitgehend (implizit) übernommen, ohne daß die Angemessenheit dieser Vorgaben für den eigenen Gegenstandsbereich explizit untersucht wurde. Insbesondere wurde nicht untersucht, ob in der

Software-Ergonomie nicht ein neuer Typ von Werkzeugen zur Gestaltung ansteht, auf den sich die aus der klassischen Ergonomie übernommenen Konzepte und Vorgehensweisen nicht ohne weiteres übertragen lassen.

In der klassischen Ergonomie geht es bei der Gestaltung von "Objekten" primär um die Gestaltung von Werkzeugen. Der dabei zugrundegelegte Werkzeugbegriff ist jedoch relativ unbestimmt: meist liegt ein alltagssprachliches Verständnis des Begriffs "Werkzeugs" zugrunde was sich auch in der häufig synonymen Verwendung von Begriffen wie "Maschine" oder "Technik" ausdrückt. Lassen wir die Mehrdeutigkeit des Werkzeugbegriffs zunächst beiseite und fragen wir, welcher Stellenwert dem Werkzeugbegriff in der Software-Ergonomie gegenwärtig zukommt. Die Vorstellung, daß Computersysteme Werkzeuge darstellen, ist ein immer wieder benutztes Rahmenmodell zur Konzeptualisierung der Mensch-Computer Interaktion. Faßt man den Umgang mit dem Computer als Werkzeugbenutzung auf, dann sieht man sich sofort mit einer Reihe von Problemen konfrontiert, die sich z.T. aus dem unscharfen Werkzeugbegriff selbst ergeben, z.T. aber auch aus dem Umstand, daß die Begrifflichkeit der klassischen Ergonomie nicht ohne weiteres auf die Software-Ergonomie übertragbar ist. Dies soll an einem einfachen Beispiel verdeutlicht werden: Im Bereich der klassischen Ergonomie besteht bei der Gestaltung eines Werkzeuges (z.B. eines Hammers) eine Arbeitsteilung zwischen Werkzeugentwicklern, die die Funktionalität des Werkzeuges festlegen (z.B. wie muß ein Hammer beschaffen sein, damit er für den jeweils spezifischen Einsatzzweck geeignet ist) und Ergonomen, die nach Festlegung der Funktionalität des Werkzeuges die Benutzerschnittstelle (z.B. den Hammergriff) so gestalten haben, daß das Werkzeug (der Hammer) effektiv benutzbar ist und bei seiner Verwendung die Zielkriterien für humane Arbeit erfüllt werden.

Diese Arbeitsteilung zwischen der Gestaltung von Funktionalität durch den Werkzeugentwickler und der ergonomischen Gestaltung der Werkzeugverwendung findet sich auch in der Software-Ergonomie wieder. Ausgehend von dem vorab festgelegten Funktionsumfang eines Computersystems bzw. bestimmter Software wird es als Aufgabe der Software-Ergonomie angesehen, die Benutzerschnittstelle so zu gestalten, daß sie allgemeinen software-ergonomischen Gestaltungsgrundsätzen entspricht, wie sie z.B. in der DIN-Norm 66234 Teil 8 (vgl. Dzida, 1985) formuliert wurden.

Auf die Unangemessenheit einer derartigen "nachhinkenden" Vorgehensweise sowie die Notwendigkeit neuer theoretischer Grundlagen für die Software-Ergonomie haben wir an anderer Stelle ausführlicher hingewiesen (Grünupp & Muthig, 1990). In Erweiterung und Vertiefung dieser Argumentation soll im folgenden herausgearbeitet werden, daß neue und angemessenere theoretische Grundlagen für die Software-Ergonomie nur dann entwickelt werden können, wenn man ex-

plizit in Rechnung stellt, daß es in ihr nicht um die Gestaltung von herkömmlichen Werkzeugen geht, sondern daß Software-Ergonomie die Gestaltung von intellektuellen Werkzeugen zum Gegenstand hat. Wie im folgenden verdeutlicht werden soll, sind mit der Gestaltung intellektueller Werkzeuge jedoch grundsätzlich andere Anforderungen verbunden als mit der Gestaltung herkömmlicher Werkzeuge. Insbesondere ist hier die überkommene Arbeitsteilung zwischen Funktionalitätsgestaltung und ergonomischer Gestaltung der Benutzerschnittstelle nicht adäquat.

2. Zum Begriff "Werkzeug"

Bevor näher auf den Begriff "intellektuelles Werkzeug" eingegangen wird, muß der Werkzeugbegriff näher expliziert werden. Es wird davon ausgegangen, daß sich Werkzeuge durch die folgenden drei Aspekte charakterisieren lassen (vgl. dazu auch Wingert, 1983).

1. Funktionalität: Werkzeuge sind Objekte (d.h. natürliche oder vom Menschen geschaffene Gegenstände), die als Mittel für spezifische Zwecke eingesetzt werden können. Sie stellen vergegenständlichte bzw. externalisierte Teilstücke aus zielgerichteten Handlungszusammenhängen dar. Entscheidend für die Abgrenzung von Werkzeugen gegenüber anderen Gegenständen bzw. Objekten, die den Menschen umgeben, ist, daß sie nur durch ihre objektspezifische Verwendung ihren Zweck erfüllen. So stellt z.B. ein Hammer, dessen Funktionalität, d.h. dessen Rolle als Mittel im Rahmen eines Handlungszusammenhangs, einem potentiellen Werkzeugbenutzer nicht vertraut ist, für diesen kein Werkzeug dar, sondern lediglich einen Gegenstand.

2. Spezifität: Jedes Werkzeug ist in bezug auf den Zweck zu dem es eingesetzt werden kann sowie auf die Wirkung, die mit ihm erzielt werden kann, spezifisch. Diese Spezifität von Werkzeugen bedeutet nicht, daß der Zweck zu dem ein Werkzeug eingesetzt wird und die Wirkung, die mit einem Werkzeug erzielt werden kann, vorab vollständig festgelegt ist. Die Zwecke zu denen Werkzeuge eingesetzt werden und die Wirkungen, die mit ihnen erzielt werden können, verändern sich in einem Prozeß der Koevolution zwischen Aufgaben und Anforderungen auf der einen und dazu entwickelten Werkzeugen auf der anderen Seite. Werkzeuge werden nicht nur in Hinblick auf spezifische Anforderungen entwickelt; die entwickelten Werkzeuge ziehen auch neue Anforderungen nach sich, so daß der Prozeß der Werkzeugentwicklung auf einer neuen Stufe fortgesetzt wird (vgl. dazu das von Carroll entwickelte Konzept des "Task-Artifact-Cycle"; Carroll, Kellogg & Rosson, 1990).

3. Funktionsprinzipien von Werkzeugen: Werkzeuge erhalten ihre Funktionalität dadurch, daß sie motorische, sensorische und intellektuelle Funktionsbereiche des Menschen verstärken, erweitern und externalisieren. Im folgenden sollen diese Funktionsprinzipien kurz erläutert werden:

a) Verstärkung und Erweiterung: Weizenbaum (1976/1977) hat für funktionale Erweiterungen und Verstärkungen motorischer und sensorischer Funktionsbereiche den Begriff "prothesenartige Werkzeuge" geprägt. Der Unterschied zwischen Verstärkung und Erweiterung soll am Beispiel des Vergleichs von Licht- und Elektronenmikroskop verdeutlicht werden. Das Lichtmikroskop stellt eine Verstärkung der menschlichen Sensorik dar, da durch ein Linsensystem das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges verbessert wird. Der Wahrnehmungsvorgang erfolgt prinzipiell auf dieselbe Art und Weise wie beim "unbewaffneten" Auge. Demgegenüber erweitert das Elektronenmikroskop den Bereich der Sichtbarkeit um neue, der Wahrnehmung mittels Licht nicht zugängliche, Dimensionen. Die Wahrnehmung ist in diesem Fall nicht mit der normalen visuellen Wahrnehmung vergleichbar, sondern ist vollständig durch das Werkzeug vermittelt.

b) Externalisierung: Im Verlauf der soziokulturellen Evolution des Menschen wurden nahezu alle Funktionen, die sich in der Evolution der Arten über Anpassung verfeinern, über materielle und intellektuelle Werkzeuge externalisiert: motorische Funktionen, sensorische Funktionen, und in einem noch andauernden und sich beschleunigenden Prozeß kognitive Funktionen. Während dieses Externalisierungsprozesses wurden die entsprechenden menschlichen Fähigkeiten verstärkt, erweitert und endlich teilweise oder vollständig durch Werkzeuge ersetzt (vgl. Leroi-Gourhan, 1965/1988).

"Externalisierung" stellt das zentrale Funktionsprinzip von Werkzeugen dar. Es ist auch für das Verständnis der Mensch-Werkzeug Interaktion grundlegender als die Funktionsprinzipien "Verstärkung" und "Erweiterung", die nur zusammen mit ihm wirksam werden. Die in der Literatur häufig vorgenommene Abgrenzung zwischen Werkzeugen, die unmittelbar vom Menschen gehandhabt werden und Maschinen, die ohne menschlichen Eingriff arbeiten (vgl. z.B. Weizenbaum, 1976/1977; Wingert, 1983; Wingert & Riehm, 1985), wird unter dieser Perspektive bedeutungslos (für einen anderen Ansatz vgl. Budde & Zullighoven, 1990). Das dieser Unterscheidung zugrundegelegte unterschiedliche Ausmaß des direkten (manuellen) menschlichen Eingriffs sowie der direkt wahrnehmbaren sensorischen Rückmeldung reflektiert nur unterschiedliche Stufen der Externalisierung von Funktionen in der Werkzeugentwicklung (vgl. Leroi-Gourhan, 1965/1988; VanCott, 1984).

In der Koevolution des Menschen mit seinen eigenen (mental)en Produkten haben

sich nicht nur die motorischen und sensorischen Aktivitäten und Möglichkeiten des Menschen verändert. Auch seine kognitiven Aktivitäten und Möglichkeiten haben sich beträchtlich verändert. Es wurden intellektuelle Leistungen möglich, die ohne Werkzeuge nicht hätten entstehen können (z.B. durch die Externalisierung von Behaltens- und Erinnerungsfunktionen über Sprache, Schrift, Buchdruck oder Datenbanksysteme (vgl. Muthig, 1983; 1987; Olson, 1976).

Wenn man "Externalisierung" als zentrales Funktionsprinzip von Werkzeugen akzeptiert, so wird man die Entwicklung von Computersystemen und deren Nutzung unter einer neuen Perspektive zu betrachten haben. Dabei muß insbesondere der zunehmenden Verschiebung des Schwerpunkts der menschlichen Werkzeugbenutzung von der manuellen Bedienung hin zur intellektuellen Kontrolle Rechnung getragen werden. Einige der damit verbundenen Unterschiede zwischen klassischen (auf Funktionen der menschlichen Sensorik und Motorik bezogenen) und neuartigen (intellektuellen) Werkzeugen sollen im folgenden kurz skizziert werden.

3. Zum Begriff "intellektuelles Werkzeug"

In Anlehnung an Dzida (1987) lassen sich drei verschiedene Typen von Werkzeugen unterscheiden (vgl. Abbildung 1). Diese markieren nicht nur wesentliche Etappen in der historischen Entwicklung von Werkzeugen, sie erfordern auch verschiedene Arten der Mensch-Werkzeug Interaktion.

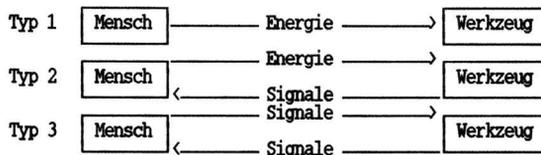


Abbildung 1: Typen der Mensch-Werkzeug Interaktion (nach Dzida, 1987, S. 340).

Zum Typ 1: Hierunter fallen die "klassischen", von Weizenbaum (1976/1977) als "prothesenartig" bezeichneten, (Hand)Werkzeuge (z.B. Hammer, Zange). Zum Typ 2: Hier erfolgt das Feedback nicht mehr energetisch (durch Eigenwahrnehmung via Muskeln und Sehnen), sondern symbolisch (durch Signale und Anzeigen). Dieser Werkzeugtyp war Gegenstand der klassischen Ergonomie (Gestaltung von Anzeigen und von Stellgliedern). Zum Typ 3: Hier erfolgt auch die Steuerung nicht mehr manuell, sondern symbolisch: durch eine (künstliche) Sprache. Zu diesem Typ ist auch das "Werkzeug" Computersystem zu zählen.

Die Art, mit der der Mensch mit Werkzeugen vom Typ 3 ("intellektuelle Werkzeuge") interagiert, unterscheidet sich in einer Reihe von Aspekten gegenüber der Mensch-Werkzeug Interaktion bei klassischen Werkzeugen (Typ 1 und 2). Dies wird schnell deutlich, wenn man Aspekte der Mensch-Werkzeug Interaktion von einer deskriptiven phänomenologischen Analyse her zu erfassen sucht. Im Rahmen eines solchen Zugangs unterschied z.B. Ihde (1979) drei Arten von menschlicher Wahrnehmung, die im Zusammenhang mit Werkzeugbenutzung relevant sind: (1) unvermittelte Wahrnehmung, (2) vermittelte Wahrnehmung: Typ a (Erfahrung durch Werkzeuge), (3) Vermittelte Wahrnehmung: Typ b (Erfahrung mit Werkzeugen). Auf die unvermittelte Wahrnehmung muß in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden; die beiden Typen vermittelter Wahrnehmung werden anschließend kurz erläutert.

Vermittelte Wahrnehmung, Typ a: Erfahrung durch Werkzeuge ((Mensch-Werkzeug) -> Welt): Durch Werkzeuge allgemein wird der Bereich der mittels direkter Wahrnehmung zugänglichen Umwelt erweitert (z.B. wenn ein Blinder mit dem Blindenstock seine Umwelt "erspürt"). Charakteristisch für diese Art der Wahrnehmung ist, daß die Umweltwahrnehmung in hohem Maße über Werkzeuge vermittelt ist. Budde und Zullighoven (1990, S. 133 ff.) sprechen davon, daß Werkzeuge zu Erkenntnismitteln werden, mit denen wir unsere äußere Natur zugänglich machen. Bei dieser Art der Wahrnehmung ist eine Abgrenzung zwischen internen Prozessen und externen Umweltsachverhalten nur schwer vorzunehmen. Ihde (1979) spricht in diesem Zusammenhang von einer "Verkörperlichungs"-Relation: Werkzeuge werden zu empfindungsbegabten Verlängerungen des Körpers. Polanyi (1966/1985, S.23) hat auf eine Konsequenz dieser "Verkörperlichung" hingewiesen. Da der Körper das grundlegende Instrument ist, mit dessen Hilfe wir Kenntnisse über die äußere Welt gewinnen, ist er das einzige Ding, daß wir gewöhnlich nie als Gegenstand, sondern als die "Welt" erfahren. Werkzeuge werden über die Verkörperlichungs-Relation zu einem Bestandteil des von Polanyi (1966/1985) als "Tacit Knowledge" bezeichneten Hintergrundwissens. So ist für eine hämmende Person der Hammer ein Teil des Hintergrunds an "Zuhandenheit", der als selbstverständlich vorausgesetzt wird, ohne ausdrücklich als Objekt erkannt oder identifiziert zu werden (vgl. auch Winograd und Flores, 1986/1989, S. 69 ff.). Die Mensch-Werkzeug Interaktion bei den Werkzeugtypen 1 und 2 läßt sich mit dieser "Verkörperlichungs-Relation" beschreiben. Philosophiegeschichtlich geht dieser Gedanke auf Heidegger zurück (vgl. dazu die Darstellung bei Budde & Zullighoven (1990): Im alltäglichen Umgang wird "Zeug" ziel- und zweckgerichtet verwendet, ohne daß dies auf den Begriff gebracht wird. "Zeug" wird nie als einzelnes Ding, sondern immer als Teil eines Zusammenhangs betrachtet. Beim Umgang mit "Zeug" steht der Arbeitsgegenstand, das "Werk" im Vordergrund (Budde & Zullighoven, 1990, S. 82).

Nach Ansicht von Ihde (1979) kann die Beziehung Mensch-Werkzeug jedoch nicht nur in der eben diskutierten "Verkörperungs-Relation" bestehen ("Erfahrung durch Werkzeuge"), sondern auch in einer, wie er es nennt, "hermeneutischen Relation":

Vermittelte Wahrnehmung Typ b: Erfahrung mit Werkzeugen (Mensch -> (Werkzeug-Welt)): Während bei der "Verkörperlichungs-Relation" das Werkzeug als Gegenstand von Erfahrung nicht gegeben ist, wird bei diesem Typ der Werkzeugbeziehung das Werkzeug zu einem "Quasi-Anderen", über den die Erfahrung von "Welt" vermittelt ist. Erfährt ein Nutzer von Computersystemen seine "Welt" (die Arbeitsaufgabe) über das Werkzeug vermittelt, dann muß Gegenstand einer software-ergonomischen Gestaltung von Computersystemen die Gestaltung von Möglichkeiten der werkzeugvermittelten Erfahrung sein.

Die in den letzten Abschnitten mit dem Begriff "hermeneutische Relation" bezeichnete Mensch-Werkzeug Interaktion hat eine wichtige Implikation: Intellektuelle Werkzeuge beeinflussen menschliche kognitive Fähigkeiten nicht nur aktuell während ihres Gebrauchs, sondern sie verändern sie auch dauerhaft (vgl. Muthig; 1987; Olson, 1976). Um es anhand eines Beispiels deutlich zu machen: So wie das Elektronenmikroskop völlig neue Dimensionen der Wahrnehmung erschließt, ermöglicht z.B. das intellektuelle Werkzeug "Datenbanksystem" Formen des intellektuellen Umgangs mit Wissen, die ohne dieses Werkzeug nicht denkbar wären (z.B. die schnelle Verknüpfung unterschiedlicher Informationsspeicher). Wenn dies bei der Gestaltung von Schnittstellen unberücksichtigt bleibt, dann werden für intellektuelle Werkzeuge zentrale Aspekte unberücksichtigt.

Der Gedanke, daß (intellektuelle) Werkzeuge menschliches Wahrnehmen und Denken verändern ist nicht neu, er findet sich z.B. schon bei Bacon, 1620/1980, S. 27). Dennoch hat sich die Einsicht, daß sich menschliche kognitive Strukturen und Prozesse durch den Gebrauch von Werkzeugen grundlegend verändern in der Psychologie bislang noch nicht durchgesetzt. Es gibt jedoch einige Ansätze hierzu (z.B. bei Leontjew, 1959/1975; oder bei Olson, 1976). Im Bereich der Software-Ergonomie findet sich dieser Gedanke bei Brown, (1986) oder z.B. in der jüngst von Budde und Zullighoven (1990) vorgelegten Arbeit, in der, auf der Basis von Konzepten aus der Heidegger'schen Philosophie, der Umgang mit Software-Werkzeugen und seine Konsequenzen für menschliches Wahrnehmen und Erleben zu erfassen versucht wird, um daraus Gestaltungskriterien für Software-Werkzeuge abzuleiten.

Diese Ansätze erscheinen uns für die Software-Ergonomie insofern bedeutsam, als die Software-Ergonomie sich in ihren Gestaltungsaufgaben nicht auf die in

der klassischen Ergonomie übliche Arbeitsteilung verlassen kann. Die durch intellektuelle Werkzeuge entstehenden neuen funktionellen Möglichkeiten und Anforderungen können von Seiten der technischen Software-Entwicklung nicht hinreichend antizipiert werden, da das Werkzeug selbst die der Benutzung zugrundeliegenden kognitiven Fertigkeiten und Fähigkeiten verändert. Für funktionelle Anforderungen, die bei der Werkzeugentwicklung nicht antizipiert wurden, läßt sich aber auch nur schwer im Nachhinein - bei der Schnittstellengestaltung - geeignete Abhilfe schaffen. Dennoch scheint es gerade dieser Bereich zu sein, in dem Software-Entwickler Unterstützung von Seiten der Software-Ergonomie begleitend zum Software-Entwicklungsprozeß erwarten.

4. Konsequenzen für die Software-Ergonomie

Aus den im zweiten Abschnitt skizzierten allgemeinen Merkmalen von Werkzeugen und den im dritten Abschnitt dargestellten spezifischen Merkmalen von intellektuelle Werkzeugen ergeben sich Konsequenzen für die software-ergonomische Gestaltung von Computersystemen, auf die im folgenden eingegangen werden soll.

Aus dem Funktionalitätsaspekt (vgl. 2.1.) wird deutlich, daß ein Computersystem (eine bestimmte Kombination von Hardware, Software und Peripheriegeräten) erst dann zu einem Werkzeug werden kann, wenn seine Funktionalität für den Nutzer transparent ist, d.h. wenn der Nutzer nachvollziehen kann, wie und für welche Tätigkeiten und Aufgaben das Computersystem einsetzbar ist.

Betrachtet man Computersysteme unter dem Aspekt der Spezifität (vgl. 2.2.), dann wird deutlich, daß Computersysteme keine universellen Werkzeuge darstellen. Es ist eine bestimmte Kombination von Hardware und benutzter Software, die das Werkzeug ausmacht; den Charakter der Universalität vermitteln Computersysteme nur deshalb, weil auf ein und derselben Hardwarekonfiguration viele verschiedene Werkzeuge realisiert werden können.

Will man der Wechselwirkung zwischen spezifischen Anforderungen und Zwecken und dazu geeigneten Werkzeugen Rechnung tragen, so muß in der Software-Ergonomie den Zwecken bzw. den Aufgaben, für die Computersysteme eingesetzt werden, größere Aufmerksamkeit geschenkt werden als bisher: Nicht die Gestaltung von Schnittstellen ist die Aufgabe, sondern die Gestaltung von Werkzeugen in ihrer Gesamtheit. Dabei muß jedoch nicht nur der Angemessenheit der Benutzeroberfläche, sondern auch der Funktionalität sowie ggf. neu entstehenden werkzeugspezifischen Anforderungen Rechnung getragen werden. Dies ist jedoch nicht durch "kontextfreie" Aufgabenanalysen zu erreichen, in denen z.B. für die Mensch-Computer Interaktion als relevant erachtete kognitive Prozesse auf

(scheinbar) elementare und invariante Prozesse zurückgeführt werden. Dies läßt sich nur durch ökologisch valide Aufgabenanalysen erreichen, in denen die jeweiligen Wechselbeziehungen zwischen Mensch, Arbeitsaufgabe und Werkzeug erfaßt werden (vgl. dazu Grünupp & Muthig, 1990; Keil-Slawik, 1990).

Neue Fragestellungen und neue Forschungsstrategien: Gewöhnlich wird es als Ziel der Software-Ergonomie angesehen, Computersysteme möglichst gut an reale Arbeitsabläufe und -aufgaben sowie an die der menschlichen Informationsverarbeitung zugrundeliegenden Prinzipien in den Funktionsbereichen Wahrnehmung, Denken, Gedächtnis und Handeln anzupassen (z.B. Streitz, 1988;). Daß sich Arbeitsaufgaben und -abläufe durch den Einsatz von Computern verändern und daß es deshalb darum gehen muß, dafür angemessene Konzepte der Arbeitsstrukturierung und des partizipativen Designs zu entwickeln, wird immer mehr akzeptiert. Wie gezeigt wurde, ist diese (notwendige) Erweiterung um soziale und arbeitsorganisatorische Perspektiven allein jedoch nicht ausreichend, da sich nicht nur Arbeitsabläufe und -aufgaben, sondern auch die der Erledigung dieser Arbeitsabläufe und -aufgaben zugrundeliegenden menschlichen kognitiven Fähigkeiten mit den entsprechenden Werkzeugen verändern. Es geht also nicht nur um eine Erweiterung der kognitiven Ergonomie durch eine "soziale Ergonomie" (Brown, 1986), die die Gestaltung des Umfelds, in das das Computersystem eingebettet ist, mit berücksichtigt, sondern es geht um eine Neubestimmung der Inhalte von kognitiver Ergonomie.

Prospektive Gestaltung statt nachträglicher Evaluation: Wenn die Software-Ergonomie an der Gestaltung werkzeugvermittelter Erfahrungen mitwirken soll, dann ist es notwendig, auf der Basis hierzu geeigneter theoretischer Modelle (vgl. Grünupp & Muthig, 1990), Annahmen darüber zu entwickeln, welche möglichen Veränderungen bei Arbeitsabläufen und -aufgaben und den ihnen zugrundeliegenden menschlichen kognitiven Fähigkeiten durch neue Werkzeuge zu erwarten sind. Ziel muß es dabei sein, durch geeignete Gestaltungsmaßnahmen die Gestaltung von neuen Werkzeugen so zu beeinflussen, daß die eingangs erwähnten ergonomischen Gestaltungsziele erfüllt werden können. Gegenstand der Software-Ergonomie muß also die Mitwirkung an der Gestaltung der Fuktionalität zukünftiger Computersysteme sein, nicht die nachträgliche Evaluation von Schnittstellen bereits fertig entwickelter Systeme.

Neue Aufgaben der Software-Ergonomie im Designprozeß: Eine Software-Ergonomie, die den in diesem Beitrag skizzierten Anforderungen gerecht wird, hat die Chance, sich eine neue Aufgabe im Designprozeß zu erschließen. Auf der Basis von theoretisch fundierten und empirisch überprüfbaren Annahmen über die Art und Weise wie neue Werkzeuge das Gesamtsystem Mensch-Werkzeug-Aufgabe verändern, müßte sie nicht nur auf neue technische Entwicklungen reagieren,

sondern könnte ihrerseits Vorgaben für die Richtung der technischen Weiterentwicklungen formulieren. Aus vielen Diskussionen im Zusammenhang mit der Entwicklung interaktiver Computersysteme wird deutlich, daß von Seiten der Technik ein solcher Beitrag der Software-Ergonomie auch erwartet wird. Ob es sich um die Gestaltung der Interaktion mit dem Computer mittels multimedialer Dialogformen, die Nutzung von gesprochener Sprache als Eingabemedium oder um die Gestaltung von Hypertext-Systemen geht, überall ist festzustellen, daß von seiten der Technik erwartet wird, daß die Software-Ergonomie diese Systeme mitgestaltet und nicht nur "nette" Schnittstellen zu ihnen bastelt. Einige der Gründe warum die Software-Ergonomie diese Erwartungen derzeit noch enttäuscht aber auch mögliche neue Ansätze zur Vermeidung zukünftiger Enttäuschungen haben wir in diesem Beitrag zu skizzieren versucht.

Literatur

- Bacon, F. (1980). Aphorismen über die Interpretation der Natur und das Reich des Menschen. In G. Gawlick (Ed.), Geschichte der Philosophie in Text und Darstellung Band 4: Empirismus (pp. 26-49). Stuttgart: Reclam. (Originalveröffentlichung 1620).
- Brown, J. S. (1986). From cognitive to social ergonomics and beyond. In D.A. Norman & S.W. Draper (Eds.), User centered system design (pp. 457-486). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Budde, R. & Zullighoven, H. (1990). Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt. München: Oldenbourg.
- Carroll, J. M., Kellogg, W. A. & Rosson, M. B. (1990). The task-artifact cycle. Research Report RC 15731. IBM T.J. Watson Research Center. Yorktown Heights, NY 10598.
- Dzida, W. (1985). Ergonomische Normen für die Dialoggestaltung. In H.J. Bullinger (Ed.), Software-Ergonomie '85: Mensch-Computer Interaktion (pp. 430-444). Stuttgart: Teubner.
- Dzida, W. (1987). On tools and interfaces. In M. Frese, E. Ulich & W. Dzida (Eds.), Human computer interaction in the work place (pp. 339-355). Amsterdam: North Holland.
- Grünupp, A. & Muthig, K.-P. (1990). Software-Ergonomie als prospektive Gestaltung der Funktionalität von Werkzeugen. In A. Reuter (Ed.), Informatik auf dem Weg zum Anwender: Bericht über den 20. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Informatik (pp. 532-542). Heidelberg: Springer.
- Ihde, D. (1979). Technics and praxis. Dordrecht: Reidel.
- Keil-Slawik, R. (1990). Konstruktives Design: Ein ökologischer Ansatz zur Gestaltung interaktiver Systeme. Unveröffentlichte Habilitationsschrift. Berlin, März 1990.
- Laurig, W. (1983). Wissenschaftstheoretische Inhaltsbestimmung des Begriffs Ergonomie. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 37, 129-133.

- Leontjew, A. N. (1975). Probleme der Entwicklung des Psychischen. Berlin: Volk und Wissen. (Originalveröffentlichung 1959).
- Leroi-Gourhan, A. (1988). Hand und Wort: Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Frankfurt: Suhrkamp. (Originalveröffentlichung 1965).
- McCormick, E. J. (1976). Human factors in engineering and design (4th edition). New York: McGraw-Hill.
- Muthig, K. P. (1983). Externe Speicher: Implikationen für Modellvorstellungen vom menschlichen Gedächtnis. In G. Lüer (Ed.), Bericht über den 33. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Mainz 1982 (pp. 252-259). Göttingen: Hogrefe.
- Muthig, K. P. (1987). Internal and external memory in human-computer interaction: Some lessons from the interaction of human thought with human technology. Tübingen (unveröffentlichtes Manuskript).
- Olson, D. R. (1976). Culture, technology, and intellect. In L.B. Resnick (Ed.), The nature of intelligence (pp. 189-202). Hillsdale: Erlbaum.
- Polanyi, M. (1985). Implizites Wissen. Frankfurt: Suhrkamp. (Originalveröffentlichung 1966).
- Streitz, N. A. (1988). Fragestellungen und Forschungsstrategien der Software-Ergonomie. In H. Balzert, H.U. Hoppe, R. Oppermann, H. Peschke, G. Rohr & N.A. Streitz (Eds.), Einführung in die Software-Ergonomie (pp. 3-24). Berlin: DeGruyter.
- VanCott, H. P. (1984). From control systems to knowledge systems. Human Factors, 26, 115-122.
- Weizenbaum, J. (1977). Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt: Suhrkamp. (Originalveröffentlichung 1976).
- Wingert, B. (1983). Werkzeugerfahrungen und Qualifikationsveränderungen beim CAD. Office Management (Sonderheft), 22-25.
- Wingert, B. & Riehm, U. (1985). Computer als Werkzeug. Anmerkungen zu einem verbreiteten Mißverständnis. In W. Rammert, G. Bechmann & H. Nowotny (Eds.), Technik und Gesellschaft: Jahrbuch 3 (pp. 107-131). Frankfurt: Campus.
- Winograd, T. & Flores, F. (1989). Erkenntnis, Maschinen, Verstehen: Zur Neugestaltung von Computersystemen. Berlin: Rotbuch. (Originalveröffentlichung 1986).

Dipl.-Psych. Andreas Grünupp, Dr. Klaus-Peter Muthig
 Psychologisches Institut der Universität Tübingen
 Abteilung Allgemeine und Ökologische Psychologie
 Friedrichstr. 21
 D-7400 Tübingen 1