

SOFTWARE-ERGONOMIE UND "COGNITIVE SCIENCE": DIE BEDEUTUNG VON EXPERIMENTEN UND MODELLEN

Heinz Ulrich Hoppe, Stuttgart
Franz Schmalhofer, Freiburg

Die Praxis der Softwareentwicklung hat gezeigt, dass ergonomisch gute Systeme entwickelt bzw. bestehende Systeme in ihrer ergonomischen Qualität verbessert werden konnten, ohne dass dazu psychologische Experimente durchgeführt oder mentale Modelle von Systembenutzern erforscht wurden. So haben sich beispielsweise die ergonomisch günstigeren bildschirmorientierten Editoren gegenüber den älteren Zeileneditoren am Markt schnell durchgesetzt, nachdem die entsprechenden Hardwarevoraussetzungen (Bildschirmsichtgeräte anstelle von Teletype-Terminals) gegeben waren. Erst viel später wurde die Überlegenheit dieser neuen Editiersysteme durch empirische Untersuchungen nachgewiesen und durch speziell auf diese Fragestellung abgestimmte "key-stroke level" - Modelle theoretisch erklärt (vgl. Card, Moran & Newell, 1983).

Die Entscheidung für das bessere Entwurfsprinzip war somit aufgrund darwinistischer Selektionsmechanismen des EDV-Marktes längst gefallen, bevor dazu wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse vorlagen, die die Auswahl am Markt letztlich nur bestätigen konnten. Wirklich entscheidende qualitative Unterschiede zwischen konkurrierenden Systementwürfen sind also auch ohne systematische Experimente feststellbar. Das eigentliche Problem der Softwareentwicklung liegt demnach eher in der Generierung guter neuer Ideen und deren schneller Realisierung als Prototypen ("rapid prototyping"). Die paradigmatische Wirkung konkreter Systementwicklungen wie etwa die des Bürosystems "Xerox Star" hat zur Verbesserung der ergonomischen Qualität von Softwareprodukten wahrscheinlich weit mehr beigetragen als Theorien über mentale Modelle und psychologisch begründete Experimente.

Auch wenn sich neue Produktideen am Markt meist ohne die "höheren Weihen" psychologischer Tests und theoretischer Erklärungsmodelle durchgesetzt haben, spricht das nicht prinzipiell gegen deren Verwendung. Und es trifft natürlich auch nicht zu, dass alle erfolgreich verkauften Produkte besonders benutzer- und aufgabengerecht gestaltet wären. Es gibt durchaus Beispiele von empirischen Untersuchungen, die im Nachhinein schwerwiegende Gestaltungsmängel bei marktgängigen Softwareprodukten aufgezeigt haben (z.B. Reisner, 1983). Es wäre jedoch erstrebenswert, allgemeine Grundsätze und Methoden für die ergonomische Gestaltung von Software aufzustellen, um so möglichst viele Fehler von vornherein vermeiden zu können. Da die Menge der zukünftigen Benutzerschnittstellen umfangreich und naturgemäss nicht vorhersehbar ist, können solche Leitlinien nur aufgrund eines Verständnisses der menschlichen Informationsverarbeitung bei der Systembenutzung erarbeitet werden (vgl. dazu Newell & Card, 1985).

Mit den Methoden der "Künstlichen Intelligenz" können psychologisch fundierte Annahmen über die Funktion und Struktur menschlicher Denkprozesse in Computermodelle umgesetzt werden. Solche "kognitiven Modelle" können dann durch Vergleich mit realem menschlichen Verhalten - z.B. in Problemlösesituationen - empirisch überprüft werden. Überträgt man diesen als "kognitive Modellierung" (vgl. Schmalhofer & Wetter, 1987) bezeichneten Ansatz auf die Benutzerkognition in der Mensch-Rechner-Interaktion, so wird es möglich, Begriffe wie Erlernbarkeit, Bedienungseffizienz und -konsistenz bezogen auf Systeme präzise zu fassen und empirisch überprüfbare Vorhersagen zu gewinnen.

Nach dem gegenwärtigen Forschungsstand gibt es (noch) keine allgemein verwendbaren Modellierungsansätze - etwa für so verschiedene Bereiche wie visuelle Wahrnehmung oder Problemlösen in komplexen Situationen. Für die Anwendung in der Software-Ergonomie bedeutet das, dass jeweils nur spezielle Aspekte der Mensch-Rechner-Interaktion in einem Modell erfasst werden können. So berichtet Hoppe (1986) von einer Modellierung am Beispiel des "Xerox Star"-Systems auf der Grundlage des "cognitive complexity" - Ansatzes von Kieras & Polson (1985). Dabei ging es speziell um die Frage, ob die einheitliche Verwendung von universellen Kommandos in unterschiedlichen Funktionsbereichen des Systems (Editieren von Text versus Grafik) sich auch in einem hohen Lerntransfer beim Benutzer niederschlägt. Die entsprechenden Vorhersagen aus dem Modell konnten im Experiment gut bestätigt werden.

Kognitive Modelle des Benutzerverhaltens geben dem Designer eines Systems die Möglichkeit, über die Interaktionen zwischen dem zu entwickelnden System und einem zukünftigen Benutzer präzise nachzudenken. Psychologische Experimente dienen in diesen Zusammenhang vor allem dazu, die empirische Angemessenheit der kognitiven Modelle zu überprüfen und nicht so sehr dem Vergleich der Benutzbarkeit zweier oder mehrerer konkreter Anwendungssysteme. Während die Befunde aus experimentellen Untersuchungen zu einzelnen Benutzerschnittstellen wegen der raschen Fortentwicklung sehr schnell an Relevanz verlieren, können modellgeleitete Experimente einen kumulativen Erkenntnisfortschritt über Gestaltungskriterien liefern. Durch die Interpretation der empirischen Ergebnisse im Modell ist es wesentlich leichter zu entscheiden, welche Bedeutung den gefundenen Effekten für die konkrete Anwendungssituation beizumessen ist, weil das Modell auch über die Ursachen dieser Effekte Auskunft gibt. So wird es auch möglich, die praktische Bedeutung statistisch signifikanter Effekte von geringer Grössenordnung einzuschätzen.

Wegen der stark vereinfachenden Annahmen bisheriger Modellierungen scheint deren Einsatz für die Praxis zur Zeit nur in einigen sorgfältig auszuwählenden Gebiete fruchtbar. Dabei sollten auch individuelle Unterschiede zwischen Benutzern oder zumindest Unterschiede zwischen Benutzergruppen berücksichtigt werden (Ackermann & Stelovsky, 1985). Da häufig neue Klassen von Systemen und neue Paradigmen der Benutzung (z.B. direkte

Manipulation) entstehen, sollten kognitive Modellierungen in erster Linie auf psychologische Grundsätze sowie die Strukturierung von Aufgaben abzielen, und nur soweit dazu erforderlich auf die systemspezifischen Details eingehen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass kognitive Modelle und psychologisch fundierte Experimente einen kumulativen Erkenntnisfortschritt über Gesetzmässigkeiten der Mensch-Rechner-Interaktion ermöglichen und so dazu beitragen, wissenschaftlich fundierte Prinzipien für die Systementwicklung aufzustellen. Ausserdem können auf der Grundlage kognitiver Modellbildungen Benutzungseigenschaften von Systemen operational definiert werden. Dies ist eine Vorbedingung für die Präzisierung der verschiedenen software-ergonomischen Normungsvorschläge (vgl. Dzida, 1985).

Wir möchten uns an dieser Stelle bei D. Ackermann, H. D. Böker, F. Schiele, N. Streitz und Th. Wetter für deren hilfreiche Stellungnahmen zum Thema bedanken. Wir haben versucht, die teils erfreulich kontroversen Thesen in unserer Darstellung zu berücksichtigen. Die hier geäusserten Einschätzungen sind jedoch nicht zwangsläufig mit den Meinungen der oben genannten Personen identisch.

Literaturverzeichnis:

- Ackermann, D. & J. Stelovsky (1986): The Role of Mental Models in Programming: From Experiments to requirements for an Interactive System. Arbeitspapier und Vortrag bei 5th Interdisciplinary Workshop on Informatics and Psychology - "Visual Aids in Programming". Schärding (Osterreich), Mai 1986.
- Dzida, W. (1985): Ergonomische Normen für die Dialoggestaltung - Wem nützen die Gestaltungsgrundsätze im Entwurf DIN 66 234, Teil 8? In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Software-Ergonomie '85 - Mensch-Computer-Interaktion. Stuttgart (Teubner). S. 430-444.
- Card, S. K.; Moran, T. P. & Newell, A. (1983): The Psychology of Human-Computer Interaction. Hillsdale NJ (Lawrence Erlbaum).
- Hoppe, H. U. (1986): Cognitive Modelling - A New Tool for User Interface Design and Evaluation. In: Proc. of AI Europe. Wiesbaden, Sept. 1986.
- Kieras, D. E. & Polson, P. G. (1985): An Approach to the Formal Analysis of User Complexity. Int. J. Man-Machine Studies 22 (1985). S. 365-394.
- Newell, A. & Card, S. K. (1985): The Prospects for Psychological Science in Human-Computer Interaction. Human-Computer Interaction, Vol. 1, No. 3 (1985). S. 209-242.
- Reisner, Ph. (1983): Analytic Tools for Human Factors of Software. In: Blaser, A. & Zoeppritz, M. (Hrsg.): Enduser Systems and Their Human Factors. Heidelberg (Springer: Informatik-Fachberichte).
- Schmalhofer, F. & Wetter, Th. (1987): Kognitive Modellierung - Menschliche Wissensrepräsentation und Verarbeitungsstrategien. In: Richter, M. M. & Christaller, Th. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz - Frühjahrsschule Dassel 1986. Heidelberg (Springer: Informatik-Fachberichte).

Dr. H. U. Hoppe
Fraunhofer-Inst. IAO
Silberburgstr. 119A
7000 Stuttgart 1

Dr. F. Schmalhofer
Univ. Freiburg - Psych. Institut
Niemensstr. 10
7800 Freiburg i. Br.