

Exploratorisches Lernen durch Fehler und qualifikations- orientiertes Software-Design

Siegfried Greif, Osnabrück

Zusammenfassung

Carroll (1985) versucht, durch "Minimale Handbücher" und durch exploratorische Software-Umgebungen aktives exploratorisches Lernen zu fördern. Im Forschungsprojekt "Multifunktionale Büro- Software und Qualifizierung (MBQ)" wurden diese Ansätze zum "Exploratorischen Lernen durch Fehler" weiterentwickelt. Dargestellt werden die theoretischen Grundlagen, die im Training eingesetzten Prinzipien des selbstkontrollierten Lernens und die verwendeten Lernhilfen sowie der Prototyp eines "genetisch mitwachsenden Systems", eines qualifikationsorientiert gestalteten multifunktionalen Büroprogramms. Anwendungsnahe Evaluationsexperimente zeigen, daß durch exploratorisches Lernen vor allem bei neuen Aufgaben bessere Leistungsergebnisse erzielt werden.

1. Theoretische Grundlagen

1.1 Funktionen exploratorischen Verhaltens

Exploratorisches Problemlösen und Lernen ist eines der großen Forschungsthemen der Psychologie und Verhaltensforschung. Wie Lorenz (1977) feststellt, ist die Offenheit der phylogenetischen Programme von "Neugierwesen", die "jeden unbekannten Gegenstand so behandeln, als wäre er biologisch relevant" (a.a.O., S. 189), eine Voraussetzung für ihre außergewöhnliche Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche oder wechselnde Umgebungen. Exploratorisches Verhalten ist — so gesehen — die Antwort flexibler Organismen auf komplexe und unbekannte Situationen.

Explorationsverhalten ist keineswegs ziellos, aber die Ziele sind keine konkreten, vorhersehbaren Zielzustände oder Wege. Die grundlegende Funktion exploratorischen Verhaltens besteht in der Komplexitätsreduktion oder Elimination von Möglichkeiten durch aktive Manipulation eines unbekannten Handlungsfelds.

Theorien und Forschungsarbeiten zur Exploration können als eine Alternative zu

mechanistischen Modellen angesehen werden, wie sie etwa von Card, Moran und Newell (1983) formuliert worden sind. Forschungsbeiträge im Bereich der Mensch-Computer Interaktion verdanken wir Carroll (1985), Waern (1986) und Frese (1988).

1.2 Exploration und Angst

Menschen sind neugierig. Die meisten Theorien der Exploration postulieren, daß Explorationsverhalten durch intensive Erregung oder Angst unterdrückt wird. Exploratorisches Verhalten des Menschen ist aber selbst dann nicht zu unterdrücken, wenn die Risiken exploratorischen Verhaltens existentiell sind und die Angst maximal wird. Autoren wie Lorenz (1977) nehmen sogar an, daß exploratorisches Lernen inkompatibel mit Arbeits- und Ernstsituationen ist und nur in spielerischen Situationen (als spielerische Vorbereitung der Ernstsituation) zu beobachten ist. Die klassischen Experimente zum Verhalten von Katzen, die in Vexierboxen eingesperrt werden, belegen aber, daß zumindest höhere Lebewesen trotz extremer Angst funktionales exploratorisches Verhalten zu zeigen im Stande sind, um sich aus einer Gefahrensituation zu befreien.

Menschen müssen nicht physisch in ein Gefängnis eingesperrt werden, damit sie ihre natürliche Angst überwinden und zu explorieren beginnen. Subjektiv wichtige Ziele oder normale Aufgaben unserer täglichen Arbeit sind unsere "Gefängnisse". Wenn die Erreichung eines subjektiv wichtigen Ziels oder die Bewältigung einer nicht vermeidbaren Aufgabe dies fordert, beginnen wir trotz hoher Angst zu explorieren.

Menschen unterscheiden sich von höheren Lebewesen durch besonders ausgeprägte und charakteristische Formen des Meideverhaltens und variantenreiche Möglichkeiten, Angst zu verarbeiten. Diese Möglichkeiten sind dabei keineswegs nur positiv. Neurotische Verdrängung oder Leugnung realer Gefahren sind Beispiele problematischer Formen der Angstverarbeitung. Indem wir aber die Möglichkeit haben, natürliche Angstsituationen **nicht zu vermeiden** und im positiven Fall rational und bewußt psychisch zu verarbeiten, können wir neue Handlungsfelder und die Grenzen unserer Möglichkeiten explorieren oder neue Erkenntnisse über uns und unsere Welt gewinnen.

2. Exploratorisches Lernen durch Fehler und selbstkontrolliertes Lernen

Im Forschungsprojekt "Multifunktionale Bürosoftware und Qualifizierung (MBQ)" (finanziert durch den Projektträger "Humanisierung des Arbeitslebens" des Ministeriums für Forschung und Technologie) haben wir versucht, in Anlehnung an Carroll & Mack (1983) und Carroll (1985) durch "Minimale Handbücher" und durch das Software-Design selbstkontrolliertes exploratorisches Verhalten im Lernprozeß zu fördern. Im folgenden werden die Besonderheiten unserer Trainingsmethoden (vgl. auch Greif, 1986) beschrieben.

2.1 Prinzipien des Exploratorischen Lernens durch Fehler

Die Entwicklung von Bewältigungsstrategien für einfache oder komplexe Arbeitsaufgaben, insbesondere aber vorhersehbare und nicht vorhersehbare Fehlersituationen ist nicht nur ein intellektuelles, sondern auch ein emotionales Problem. Zur Bewältigung sind psychologische Trainingsmethoden erforderlich, die dem "Stressimmunisierungstraining" der Klinischen Psychologen oder der Organisationspsychologen ähneln. Die Grundidee dieser Trainingsmethode ist, die Lernenden durch kleine, verkraftbare Dosen im Training gegen Stress im Alltag zu immunisieren.

Fehler sind unvermeidlich. Fehler können aber selbst bei einfachen Softwareprogrammen zu einer erheblichen Erhöhung der Komplexität der Arbeitsaufgabe oder sogar zu neuartigen Problemen führen, die weder im Handbuch, noch im Hilfesystem vorgesehen sind. Sehr wichtig ist es deshalb, den Computer-Laien ein realistisches Bild über die praktischen Schwierigkeiten und Fehlerrisiken bei der Verwendung moderner Hard- und Software-Systeme zu vermitteln. Zur Bewältigung komplexer oder neuer Probleme ist exploratorisches Verhalten funktional angemessen und sollte deshalb auch vorrangig trainiert werden. Box 1 faßt die Prinzipien des Exploratorischen Lernens durch Fehler zusammen.

BOX 1: Exploratorisches Lernen durch Fehler:

- Keine Angst vor Fehlern! Lernen Sie aus Ihren Fehlern!
- Stressimmunisierung
- Bearbeitung von Fehler-Aufgaben: Fehlerdiagnosen stellen und Problemlösekompetenzen entwickeln
- Einüben gegenseitiger Hilfe und Aufbau eines persönlichen Hilfenetzwerks

- Von Anfang an ermutigen wir unsere Trainingsteilnehmer und -teilnehmerinnen, im Seminar ruhig Fehler zu machen und aus den eigenen Fehlern und den Fehlern der anderen zu lernen. Das bedeutet natürlich nicht, daß wir das Fehlermachen verstärken. Ziel ist, Angst oder Panik und psychische Blockaden in Fehlersituationen im Training erfolgreich bewältigen zu lernen.
- Mit Streßimmunisierungstechniken versuchen wir, die emotionale Bewältigung von Angstsituationen zu trainieren. Mit der Aufforderung zum Explorieren der Fehler soll exploratorisches Verhalten in angsterhöhenden Fehlersituationen gefördert werden.
- Außerdem stellen wir Fehlerprobleme vor und zeigen, wie man herausfinden kann, wo der Fehler liegt (Fehlerdiagnose) und wie man die Probleme lösen kann (Problemlösekompetenzen zur Fehlerbewältigung).
- In der Trainingssituation können die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernen, sich gegenseitig kollegial zu helfen, wenn wir sie dazu ermutigen. Wenn mehrere Mitglieder aus einem Betrieb teilnehmen, kann auf diese Weise bereits im Seminar damit begonnen werden, ein persönliches Hilfenetzwerk aufzubauen, das anschließend im Betrieb systematisch ausgebaut werden sollte.

Die oft vorhandene Bereitschaft zu regelmäßigen Gruppentreffen und zum Austausch von Tips zur Verbesserung der Arbeitsergebnisse oder zur effizienteren Nutzung des Software-Systems sollte professionell unterstützt werden. Diese Gruppen können als spezifische Form von "Qualitätszirkeln" angesehen werden. Sie können nicht nur zur Verbesserung der Leistungsqualität und Effizienzsteigerung, sondern auch zur Motivierung und Verbesserung des sozialen Klimas beitragen.

2.2 Orientierungsplakate als Lern- und Arbeitshilfen

Online-Hilfesysteme sind in der Praxis nicht immer hilfreich. Als Lernhilfen sind die typischen, sequentiell dargebotenen Hilfeinformationen psychologisch problematisch, weil sie schwer zu behalten sind. Piktografische Strukturbilder der Arbeitsschritte und Prozesse sind dagegen eher einprägsam und helfen, mentale Modelle zu entwickeln. Abb. 1 zeigt ein Beispiel eines "Orientierungsplakats", wie wir es für diesen Zweck entwickelt haben.

Die Orientierungsplakate (im Original sind sie mehrfarbig) werden auf einen Ständer aus Pappe aufgezogen und im gleichen Abstand und Höhe wie der Bildschirm neben dem Gerät postiert. Auf den ersten Blick mögen sie kompliziert erscheinen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß alle Teile der Orientierungsplakate durch "Minimale Handbücher" beschrieben werden und daß die Trainer die Bedeutung der Piktogramme und Farben intensiv erläutern. Außerdem erhalten die Teilnehmer besondere Aufgaben, in denen sie die Orientierungsplakate bei der Bearbeitung benutzen oder in denen sie die Schritte wie auf dem Plakat aus dem Gedächtnis wiedergeben sollen.

Weidenmann (1988) faßt die Forschung über anschauliche und piktografische Lern- und Problemlösehilfen zusammen und stellt fest, daß die Intensität der Auseinandersetzung für die Entwicklung mentaler Modelle und das langfristige Einprägen wichtiger ist, als Unterschiede der Piktogramme.

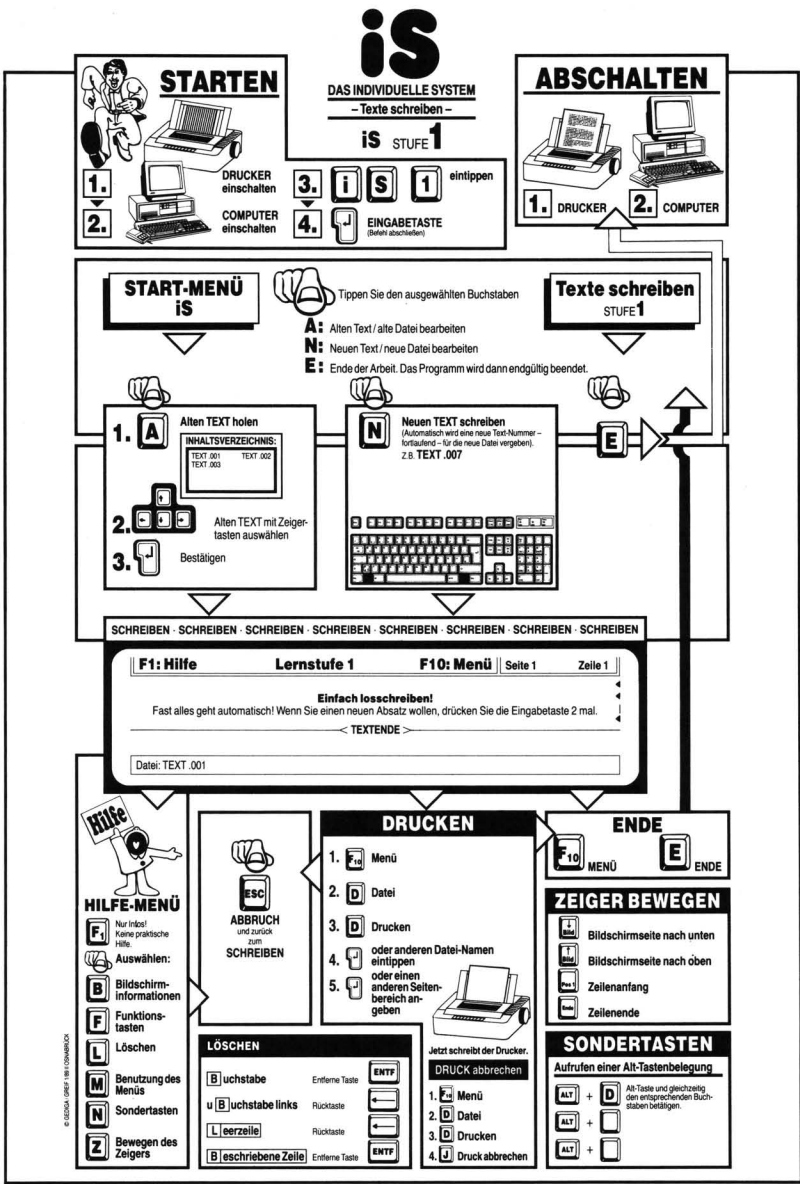


Abb. 1: Beispiel eines Orientierungsplakats (is, Version 3.01, Stufe 1, MBQ-Projekt Osnabrück. Erläuterungen siehe Text)

Wenn sie entsprechend intensiv erarbeitet werden, können Orientierungsplakate auch für Experten nützliche Hilfesysteme und "externe Speicher" zur raschen Wiedererinnerung selbst nach einer längeren Zeitspanne dienen. Kein Online-Hilfesystem, bei welchem vor dem Lesen der Informationen zuerst einmal eine oder mehrere Hilfetasten gedrückt werden müssen, oder wo Hilfeinformationen mit der Maus ausgewählt werden müssen, kann schneller sein, als die schnellen Lesebewegungen der Augen auf dem Orientierungsplakat.

2.3 Selbstkontrolliertes Lernen

Lernen beruht auf einem individuellen Aneignungsprozeß. Die Lernenden kontrollieren oder entscheiden bewußt, was sie lernen und anwenden. Dabei spielen individuelle Besonderheiten, persönliche Stärken und Schwächen sowie die Selbsteinschätzung eine psychologisch wichtige Rolle. Lehrer sollten den Lernenden nicht die Kontrolle und Verantwortung über den Lernprozeß, Lernerfolg und die eigene Entwicklung abnehmen. Diese theoretische Ausgangsposition ist Grundlage der Methoden des selbstkontrollierten oder selbstgesteuerten Lernens, wie sie auch in der Industrie in den letzten Jahren zunehmend eingesetzt werden.

Konsequent umgesetztes selbstkontrolliertes Lernen erfordert eine Veränderung des Rollenverhaltens der Trainer weg von der Lehrerrolle, hin zu einer Beraterrolle. Auch die Lernenden müssen ihre Erwartungen und ihr Lernverhalten aktiv ändern.

BOX 2: Lernhilfen und Arbeitsmittel zum Selbstkontrollierten Lernen:

- Lern- und Übungsaufgaben
- Minimale Handbücher
- Orientierungsplakate
- Online-Hilfesystem des Programms
- Problemlöse- und Fehleraufgaben
- Fehlerdiagnose- und Problemlösestrategien
- Fragebögen zur Selbstbeschreibung, Lernzielformulierung und Planung
- Hilfe und Unterstützung durch die KollegInnen
- Beratung und Feedback durch die TrainerInnen
- Handbücher und Nachschlagewerke

Viel Entwicklungsaufwand und Forschung ist noch erforderlich, bis es gelingt, die

einzelnen Lernhilfen optimal zu gestalten. In einer im Januar/ Februar laufenden Evaluationsstudie zu dieser Methode befragen wir die TeilnehmerInnen mehrfach innerhalb des Trainings zu den einzelnen Methoden und ihrer Nützlichkeit.

3. Genetisch mitwachsende Systeme

Das moderne Software-Design favorisiert eine visuelle Repräsentation der Aufgaben am Bildschirm (Shneiderman, 1987). Die Aufgaben und Funktionen werden konkret oder durch Piktogramme auf dem Bildschirm darboten und können "direkt manipuliert" werden.

Im Rahmen unseres Projekts haben wir versucht, eine andere Design-Philosophie für einen "qualifikationsorientiertes Software-Design" zu entwickeln. Systeme, die stufenweise den natürlichen Entwicklungsprozess der Lernenden fördern, nennen wir **"genetisch mitwachsende Systeme"**. Im Unterschied zur vorherrschenden Design-Philosophie, die vorwiegend das konkret-figurale Denken fördert, halten wir es unter Berücksichtigung entwicklungspsychologischer Erkenntnisse für erforderlich und möglich, mit geeigneter Software die Lernenden in Lernstufen auszubilden, die über die Anfangsstufen des konkret-operativen Denkens bis zum abstrakt-formalen Denken reichen.

Günther Gediga hat im Rahmen unseres Projekts ein prototypisches "genetisch mitwachsendes" multifunktionales Bürosystem programmiert. Weil die Menüs und Kommandos "maßgeschneidert" individuell angepaßt werden können, nennen wir es **"individuelles System (iS)"**. Prototypen des Programms haben wir im Oktober 1988 auf der Orgatechnik in Köln und im März 1989 auf der CeBit in Hannover vorgestellt.

Eine genetisch mitwachsende Software-Architektur unterstützt nach entwicklungspsychologischen Theorien das exploratorische Lernen. Zur Förderung des selbstkontrollierten Lernens erhalten die Lernenden durch die Stufenarchitektur zusätzliche Wahlmöglichkeiten. Für jede Stufe des Programms haben wir "Minimale Handbücher" und "Orientierungsplakate" entwickelt (Abb. 1 zeigt ein Plakat der Stufe 1). Auf jeder Stufe können eigenständig vollständige Aufgaben bearbeitet werden. Die AnwenderInnen können jederzeit selbst entscheiden, welche Stufe des Systems sie erlernen aber auch auf welcher Stufe sie arbeiten wollen. Dadurch ergeben sich individuelle Optimierungsmöglichkeiten, über die andere Systemarchitekturen nicht verfügen. So können Merkmale der Arbeitstätigkeit, der beruflichen Qualifizierung sowie die Software-Kenntnisse, die Häufigkeit und Kontinuität der Nutzung des Programms und die Komplexität der Arbeitsaufgabe besser angepaßt werden.

Welche Stufe in der Praxis verwendet wird, hängt von den speziellen Aufgaben und von der Häufigkeit der Verwendung des Systems ab. So empfehlen wir beispielsweise

se Sekretärinnen oder Assistenten, die täglich professionell mit dem System umgehen müssen, wegen der höheren Effizienz, aber zugleich auch wegen der Erweiterung der Aufgabenkomplexität und des Handlungsspielraums in der Arbeit, möglichst mit den höchsten, individuell angepaßten Qualifikationsstufen zu arbeiten und haben auch erste Erfahrungen gesammelt, wie wir dies fördern können. Führungskräfte dagegen, die nur selten mit dem System arbeiten, können dagegen mit den einfachen und risikoarmen untersten Stufen des Systems einfache Routineaufgaben selbständig und ohne fremde Hilfe bewältigen. Wenn sie auf entsprechend qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zurückgreifen können, wäre es aber zusätzlich auch möglich, daß diese ihren Vorgesetzten die für spezielle Aufgaben und die individuellen Gewohnheiten speziell angepaßte "Rahmenlösung" auf der jeweiligen niedrigen Stufe mit dem System herstellen.

4. Evaluation und Diskussion

Die Hauptergebnisse unserer ersten experimentellen Vergleichsuntersuchungen zum exploratorischen Lernen durch Fehler (Greif & Janikoswki, 1987; Mangel & Lohmann, 1988; Müller, in Vorber.), die auch von Frese (1988) bestätigt werden, sind:

1. Exploratorisches Lernen durch Fehler ist mit gleichem zeitlichem und personellem Aufwand durchführbar, wie andere Ausbildungsmethoden. Die Seminare sind lebendiger und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bevorzugen das eigenständige Explorieren gegenüber anderen, klassischen Übungskonzepten.
2. Verglichen mit Standardtutorials führt das exploratorische Lernen zu besseren Leistungen.
3. Bei Standardaufgaben sind die Leistungsergebnisse nach exploratorischem Lernen durch Fehler mit klassischen Übungskonzepten vergleichbar, bei neuen Aufgaben (insbesondere Fehlersituationen) werden dagegen bessere Ergebnisse erzielt.

Unsere ersten Erfahrungen und Ergebnisse zur Evaluation unseres prototypischen genetisch mitwachsenden Systes zeigen, daß die komplizierte Software-Architektur und das Trainingskonzept mit den üblichen zeitlichen Rahmenbedingungen auskommt. Insbesondere unsichere Teilnehmer und Teilnehmerinnen profitieren von der strukturierten und übersichtlichen Vorgehensweise. Wer aber, bedingt durch mehr Vorwissen oder geringere Angstlichkeit beim Explorieren rascher vorgehen kann, wird durch komplexere Stufen rascher und intensiver lernen. Weil

durch exploratorisches Lernen und genetisch mitwachsende Systeme die bereits vorhandenen individuellen Unterschiede noch größer werden können, erscheint eine Förderung kollegialer Hilfe und die systematische Entwicklung "persönlicher Hilfenetzwerke" in der Organisation umso wichtiger.

Literaturverzeichnis

- Carroll, J. M. (1985). Minimalist Design for Active User. In: B. Shackel (Hrsg.): Human-Computer Interaction INTERACT'84. Amsterdam: North-Holland, 39-44.
- Carroll, J. M. & Mack, R. L. (1983). Active Learning to Use a Word Processor. In: W. E. Cooper (Hrsg.): Cognitive Aspects of Skilled Typewriting. Berlin: Springer, 259-282.
- Frese, M. (1988). Training zur Mensch-Computer-Interaktion. 36. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie vom 3. - 6. Oktober an der Technischen Universität Berlin (West), unveröff. Referat.
- Greif, S. (1986). Neue Kommunikationstechnologien - Entlastung oder mehr Streß? Beschreibung eines Computer-Trainings zur "Streß- Immunisierung". In: (Hrsg.): Streß. Reihe betriebliche Weiterbildung, Nr. 8, Hamburg: Windmühle.
- Greif, S. & Janikowski, A. (1987). Aktives Lernen durch systematische Fehlerexploration oder programmiertes Lernen durch Tutorials? Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 31, 94-99.
- Lorenz, K. (1977). Die Rückseite des Spiegels. München: Piper.
- Mangel, I. & Lohmann, D. (1988). Alternative Trainingskonzepte für ein Textverarbeitungsprogramm. Unveröffentlichte Diplomarbeit im Fachbereich Psychologie der Universität Osnabrück.
- Müller, M. (in Vorbereitung). Exploratorisches Lernen mit einem gestuften System (Arbeitstitel). Unveröffentlichte Diplomarbeit am Fachbereich Psychologie der Universität Osnabrück.
- Shneiderman, B. (1987). Designing the User Interface. Reading, Mass: Eddison-Wesley.
- Waern, Y. (1986). Learning computerized tasks. In: Human Factors in Information Technology. No. 8, Series issued by The Cognitive Seminar Department of Psychology, University of Stockholm.
- Weidenmann, B. (1988). Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern. Bern: Huber.

Prof. Dr. Siegfried Greif
 Fachgebiet Arbeits-
 u. Organisationspsychologie
 Universität Osnabrück
 Knollstr. 15
 D-4500 Osnabrück