

# **Die handlungsorientierte Komponente von ISO\ESPC**

## **eine authentische Lernumgebung**

Claus Möbus, Heinz-Jürgen Thole, Jörg Folckers, Hermann Göhler

Universität Oldenburg, Kuratorium OFFIS e.V.

### **Einleitung**

Mit diesem Beitrag stellen wir die interaktive und handlungsorientierte Komponente des EU-Projektes ISO\ESPC\* (Ein Intelligentes Selbstlern- und handlungsorientiertes Entscheidungsunterstützungssystem in der Statistischen Prozesskontrolle) [10, 11, 12] vor. Mit dem interaktiven und kompetitiven Produktionsspiel wird situiertes Lernen in Form eines realitätsnahen virtuellen Szenarios umgesetzt. Der Einsatz und der Nutzen Statistischer Prozesskontrolle (SPC) werden in einer authentischen Produktionssituation motiviert. Den Lernenden wird die Verantwortung für eine termingerechte und qualitätsbewusste Bearbeitung von eingehenden Aufträgen übertragen. So werden Praktikern die Vorteile von SPC bei der Qualitätssicherung anschaulich und berufsnah vermittelt. Mit der eingebundenen CBT-Komponente [11] wird das für einen erfolgreichen Einsatz von SPC erforderliche Konzeptwissen bedarfsgerecht und problemzentriert "just in time" angeboten.

Detaillierte Informationen zum Projekt ISO\ESPC finden Sie im Internet unter der URL:

<http://iso-espc.informatik.uni-oldenburg.de/>

### **CBT in der beruflichen Bildung - Chancen und Risiken**

Mit der rasanten technologischen Entwicklung geht eine Verkürzung der Halbwertszeit des Wissens einher. Stark betroffen sind Bereiche, in denen die Innovationen der Computer- und Informationstechnologie immer weitreichendere Anwendung finden: so ist auch in der Metallverarbeitung der Computer mittlerweile ein unverzichtbares Werkzeug für die Qualitätssicherung im Produktionsprozess. Der intensiverte Einsatz der neuen Technologien führt zu einem erhöhten und kontinuierlich anwachsenden Ausbildungsdruck, der vor allem für die kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) zu einer schweren zeitlichen und finanziellen Belastung wird. Bei traditionell handwerklich orientierten Berufsfeldern (z. B. Metallverarbeitung) kommt erschwerend hinzu, dass die Innovationen (z. B. Qualitätssicherung mit SPC) Wissen erfordern, das weit von der ursprünglichen Berufsausbildung entfernt ist.

Um Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen unabhängig von Zeit und Ort effizient durchführen zu können, steigt die Nachfrage nach CBT insbesondere bei den KMU. Der Einsatz von CBT-Systemen erstreckt sich auf immer komplexere Anwendungsbereiche, wodurch die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit dieser Systeme steigen. Neben dem Kostenaspekt ist es für die Unternehmen wichtig, dass die Mitarbeiter im Anschluss an Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen das Gelernte effizient ohne "trial and error" im Arbeitsprozess umsetzen können: so steht die Qualität des erworbenen Wissens im Vordergrund.

Heute sind "klassische" CBT-Programme\*\* mit Multimedia Elementen und animierten Simulationen angereichert und online via Internet jederzeit verfügbar. Auch das Design von Aufgaben und Wissenstests hat sich von "Multiple Choice" über "Drag and Drop" zur (teilweise graphischen) interaktiven Eingabe von Parametern und Resultaten bei Berechnungen didaktisch verbessert. So gerüstet können diese CBT-Programme beim Erwerb von

---

\* Das Projekt ISO\ESPC wurde vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) durch die nationale Unterstützungsstelle der Bundesanstalt für Arbeit (NU-ADAPT) aus Mitteln des europäischen Sozialfonds (ESF) und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Nationales Projektteam: Kuratorium OFFIS e.V. (Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme) und BBZ Berufsbildungszentrum Fulda GmbH. Transnationale Kooperation: Konsortium ECO 2000+ mit Partnern aus fünf europäischen Ländern.

\*\* Klassische CBT - Programme präsentieren den Inhalt in Form eines Lehrbuchs mit Hypertext-Funktionen.

deklarativem Konzeptwissen erheblich mehr leisten als ein Lehrbuch [3], [6], [16]. Vorwiegend instruktionsbasierte Wissensvermittlung führt zur Transferproblematik beim Einsatz des Gelernten (s. u.) [11, 12]. Die Möglichkeit zum Selbstlernen ist ohne die Vermittlung von Handlungswissen und Handlungskompetenz durch zielorientiertes Arbeiten und authentisches Problemlösen mit adäquater wissensbasierter Unterstützung leider nur unzulänglich [14].

### Entwicklung authentischer Lernszenarien

Die bekannten Nachteile beim CBT-Einsatz resultieren in erster Linie aus der zu starken Differenz zwischen Lern- und Anwendungssituation. Herkömmliche CBT-Programme vernachlässigen wichtige Aspekte des beruflichen Alltags, der durch Kosten- und Zeitdruck, Intransparenz der zu lenkenden Prozesse und oft durch schwerwiegende Folgen aus falschen Entscheidungen gekennzeichnet ist. Aus- und Weiterbildung isoliert vom beruflichen Kontext hilft selten auf Anhieb in der Praxis – der erfolgreiche Transfer des neu erworbenen Wissens muß in Eigeninitiative und mit Eigenleistung erbracht werden. Authentische Lernszenarien integrieren Arbeitsprozesse in Ausbildungseinheiten – so wird der Aufbau von wertvollem Handlungswissen gefördert: Lernen heißt hier selbständig konstruieren, sich Ziele setzen, ihre Erreichung planen und kontrollieren sowie die erforderlichen Entscheidungen treffen.

In der Abteilung von Prof. Dr. Möbus wurde an der Universität Oldenburg der IPSE-Ansatz (Intelligent Problem Solving Environment) [7, 8] entwickelt. IPSE sind Lehr- und Problemlösewerkzeuge, die aktives Lernen fördern und die Eigenaktivität des Lernenden unterstützen. Die Lernenden haben die Möglichkeit, entdeckend Probleme zu lösen und selbständig Hypothesen über die Korrektheit von Lösungsansätzen und –entwürfen zu formulieren. Bei der Überprüfung ihrer Hypothesen werden sie vom System unterstützt. Eine große Bandbreite von Lösungsentwürfen – auch unvollständige Entwürfe – werden untersucht und kommentiert, weitergehend werden adaptive Hilfen angeboten. Das situations- und handlungsorientierte Design basiert auf einer kognitionswissenschaftlichen Theorie des Wissenserwerbs, der ISP-DL-Theorie (Impasse-Success-Problem-Solving-Driven-Learning) [9]. Sie beschreibt den Wissenserwerb beim kontinuierlichen Problemlösen und betrachtet dabei die Wissensoptimierung nach erfolgreicher Problemlösung [1, 2], den Erwerb neuen Wissens in Stocksituationen (z. B. bei Fehlschlägen) [13, 17] und begleitet den Lernenden differenziert in unterschiedlichen Phasen der Problemlöseprozesse: Abwägen, Planen, Ausführen und Bewerten [4, 5].

Auf Basis der ISP-DL-Theorie ergeben sich die folgenden Anforderungen an ein neuartiges Konzept für Aus- und Fortbildungssysteme, die

- das notwendige deklarative Konzeptwissen problemzentriert und situationsbezogen "just in time" anbieten,
- die Prozeduralisierung des deklarativen Wissens durch Handlungsorientierung garantieren,
- den Schritt vom Handlungswissen zur Handlungskompetenz durch möglichst realitätsnahe Einbettung in reale Produktionsprozesse fördern.

Angestrebt wird, den Lerner in realitätsnahe authentische Arbeits- bzw. Problemsituationen zu versetzen – auch R.C. Schank spricht von "goal-based scenarios" [14] und gibt eine Sammlung von Design Kriterien an [15]. Im Idealfall entsprechen die Szenarien der betrieblichen Produktionssituation hinsichtlich den Faktoren Kosten- und Zeitdruck, Intransparenz, schwere Konsequenzen falscher Entscheidungen etc. Der Lerner nimmt dann Wissen "just in time" auf, wenn sein Wissensstand zur Lösung der Problemstellung nicht ausreicht. Gerade dann ist er auch bereit, sich notwendiges Wissen im Konzeptbereich anzueignen. Diese Wissensbausteine werden sofort in lösungsorientierte Handlungen und Prozeduren eingebaut und somit in prozedurales Handlungswissen umgewandelt. Dieses Handlungswissen ist im Anwendungskontext sofort abrufbereit und zu weiteren Problemlösungen einsetzbar. Die nach der Schulungsmaßnahme mit klassischem CBT notwendige, zusätzliche Transformation von Konzeptwissen in Handlungswissen entfällt weitestgehend. Die durch wissensbasiertes CBT gewonnene Qualität des erworbenen Wissens hilft, teure Nachschulungen und Entscheidungsfehler z. B. während der industriellen bzw. handwerklichen Produktion zu vermeiden, so dass es nicht zum "trial and error" im Betrieb kommt.

## Das interaktive Produktionsspiel von ISO\ESPC

Im Zentrum des ISO\ESPC-Lernumgebung steht das virtuelle realitätsnahe Lernszenario in Form eines handlungsorientierten und kompetitiven Produktionsspiels [12]. Informationen und Erklärungen zu den Konzepten der SPC stehen den Lernenden mit dem Online-CBT-Kurs der hybriden Komponente von ISO\ESPC [11] "just on demand" zur Verfügung.

In dem Produktionsszenario wird den Lernenden die Verantwortung für eine termingerechte und qualitätsbewusste Fertigstellung von eingehenden Aufträgen übertragen. Dafür können sich die Lernenden zu Teams organisieren, die jeweils mit einem eigenen Rechnerplatz eine virtuelle Produktionshalle mit Drehmaschinen übernehmen. Das Ziel des Spiels besteht in hoher Produktivität bei gleichbleibend hoher Qualität, der Spieler mit der höchsten Wertschöpfung ist der Gewinner. Zur qualitätsgerechten Ausführung der eingehenden Aufträge stehen neben Drehmaschinen, Werkzeugen und Rohmaterial die SPC-Instrumente zur Messwertaufzeichnung und zur Durchführung von Maschinen- und Prozessfähigkeitsanalysen zur Verfügung. Das erforderliche Konzeptwissen für einen erfolgreichen Einsatz von SPC wird durch das eingebundene CBT bedarfsgerecht und problemzentriert "just in time" angeboten. Auch während der Fortbildung im Spiel läuft die Uhr unerbittlich weiter. Die Spieler, die SPC nicht zur Qualitätssicherung einsetzen, haben geringere Gewinnchancen. Sie entwickeln dabei die Einsicht in die Vorteile von SPC und erarbeiten sich die Anwendungskonzepte selbständig. Mit dem Folgenden geben wir einen Einblick in dem Ablauf des Produktionsspiels.

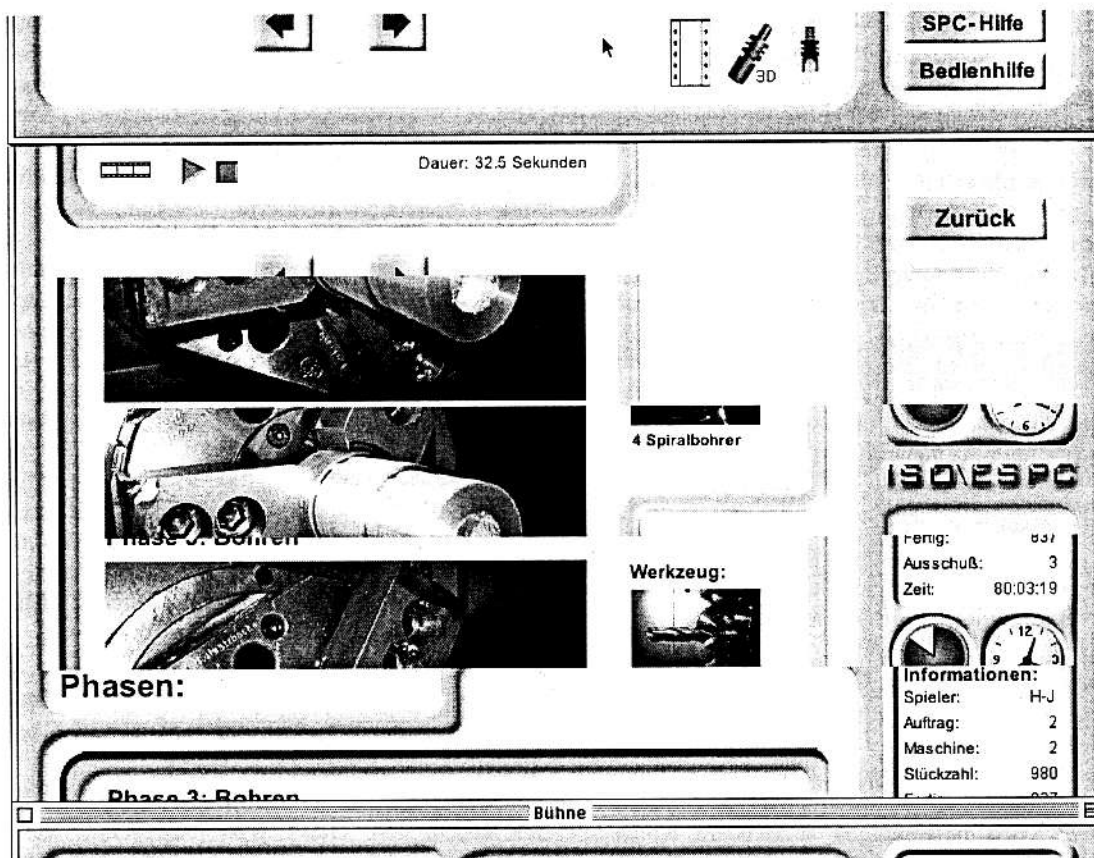


Abb.1: Animation der virtuellen Produktion

Nach erfolgter Anmeldung startet der Spieler mit der Bearbeitung seiner Aufträge und die Uhr beginnt zu laufen (Abb.1 rechts). Die einzelnen Aufträge bestehen aus der Produktion unterschiedlicher Serien eines Werkstücks. Zur qualitätsgerechten Fertigung steht das Rohmaterial sowie Werkzeuge und Hilfs- und Betriebsstoffe an den beiden Drehmaschinen in ausreichender Menge zur Verfügung. Die Maschinen sind zu Beginn bereits mit den erforderlichen Werkzeugen bestückt. Die Maschinenfähigkeiten und die Standzeiten der Werkzeuge sind unbekannt. Zu diesem Zeitpunkt kann sich der Spieler für den Einsatz von SPC entscheiden und mittels einer Maschinenfähigkeitsuntersuchung seine Entscheidung für eine der beiden Maschinen treffen. Während der Produktion der Werkstücke für einen Auftrag kann die Maschine nicht gewechselt werden. Die virtuelle Produktion kann im Spiel mit unterschiedlichen Zeitrasterstufen ablaufen und mit SPC kontrolliert werden. Zur Animation sind

authentische Videos aller Produktionsphasen im Spiel abrufbar (Abb.1). Daten zur aktuellen Auftragsabwicklung werden im Informationsfenster (Abb.1 oben rechts) angezeigt — hier bearbeitet der Spieler „H-J“ seinen zweiten Auftrag von 980 Stück auf der Maschine Nr.2; er hat bereits 837 Stück qualitätsgerecht fertiggestellt, dreimal wurden Abweichungen von den geforderten Toleranzen gemessen (Ausschuss); die bis dahin verstrichene (virtuelle) Zeit beträgt 80 Stunden, 3 Minuten und 19 Sekunden.

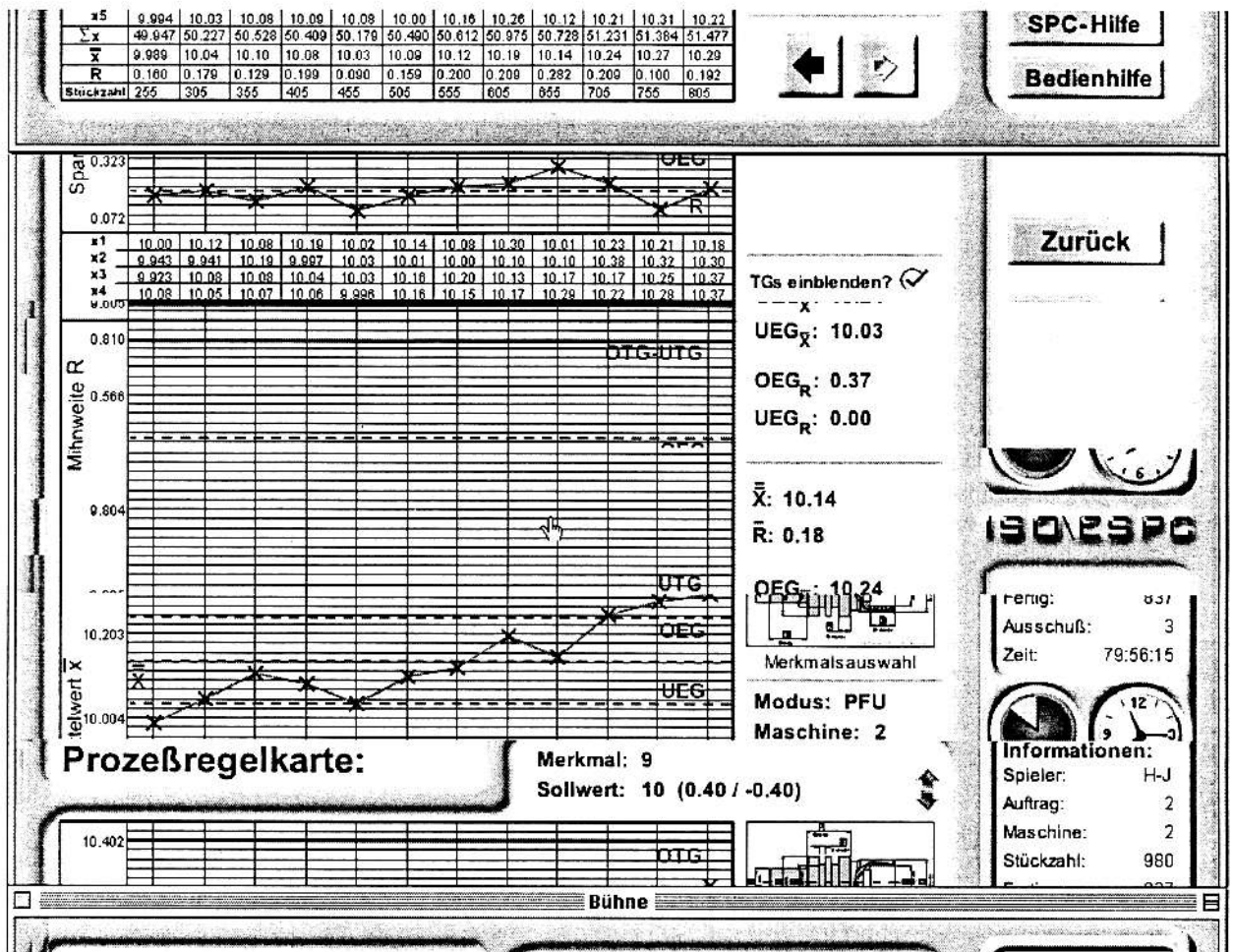


Abb.2: Einsatz von SPC im Produktionsspiel

Der Spieler "H-J" hat sich für eine Prozessfähigkeitsuntersuchung zur Qualitätskontrolle entschieden. Die Messdaten der Stichproben werden vom System virtuell erhoben, statistisch ausgewertet und in einer zweiseitigen Prozessregelkarte geführt. In der Abbildung 2 kontrolliert der Spieler den Prozess anhand der Regelkarte. Dabei überprüft er gerade den Prozessverlauf für das neunte Toleranz-Merkmal der Werkstücke mit dem Sollwert 10 mm und den Toleranzen +0.40 / -0.40 (Abb.2 oben Mitte). Über den Button "SPC-Hilfe" kann der Spieler Informationen und Erklärungen zu allen Begriffen und Abkürzungen im Kontext der Prozessregelkarten online mit dem CBT-Kurs von ISO/ESPC abrufen – die Abbildung 3 zeigt die Liste der hier relevanten Hilfetemen. Die enge Verzahnung zwischen Produktionsspiel und CBT-Kurs erlaubt einen differenzierten Einstieg in das Kursmaterial – zu jedem gewünschten Thema kann die entsprechende Seite im Browser geöffnet werden. In der Abbildung 4 ist die Hilfe zum Thema "zweiseitige Prozessregelkarte bzw. Qualitätsregelkarte" dargestellt. Auf diese Weise ist die Aus- und Fortbildung zum Thema SPC in das Produktionsspiel integriert. Die Konzepte der SPC müssen nicht auf Vorrat im trockenen, theoriebasierten Seminar gelernt werden, sondern können in einer authentischen Situation aus der Praxis bei Bedarf aufgenommen und verstanden werden. Dieses Design-Konzept erleichtert vor allem erfahrenen Praktikern ohne intuitiven Zugang zur Statistik den zielgerichteten erfolgreichen Einsatz von SPC in der Produktion. Durch die Auswertung der Prozessregelkarten kann der Spieler "H-J" die Werkzeuge an der Drehmaschine gezielt auswechseln, bevor bei der Fertigung die Toleranzgrenzen verletzt werden. Gute Qualität, geringer Verbrauch von Werkzeugen und kurze Fertigungs- und Fortbildungszeiten führen zu einer hohen Wertschöpfung und zum Spielgewinn.

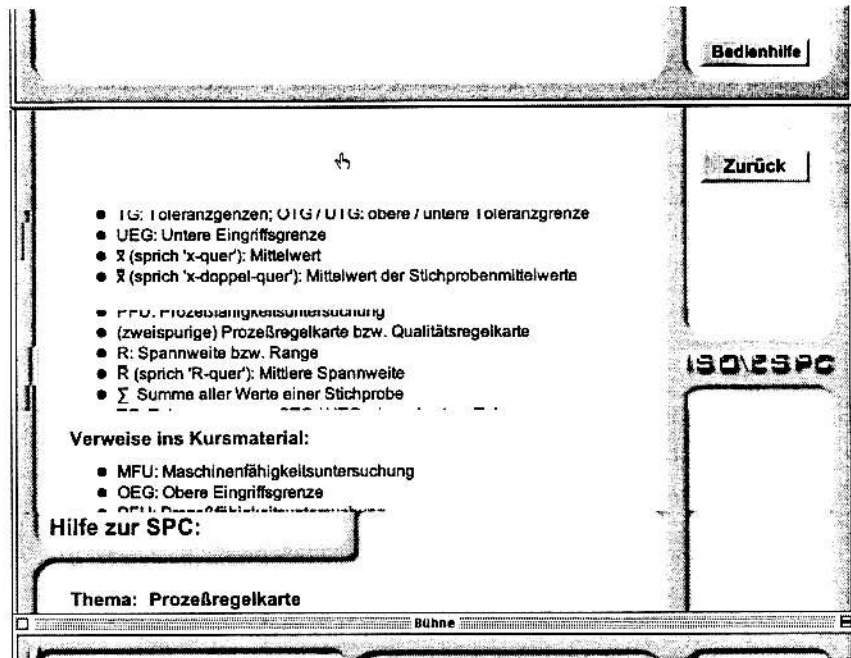


Abb.3: Gezielte Anforderung von SPC-Hilfen mit der Themenliste

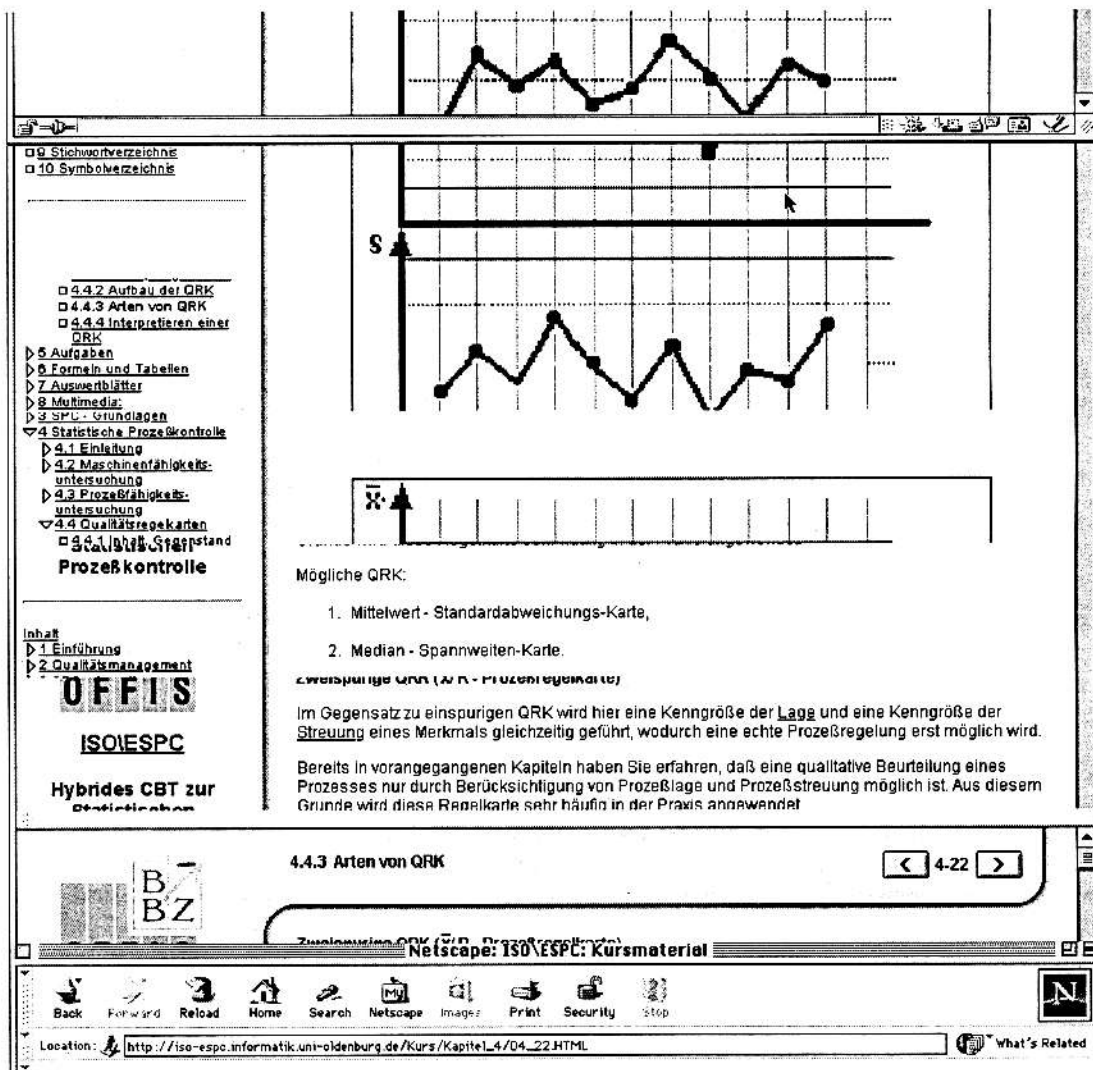



Abb.4: Hilfe aus dem Online-CBT-Kurs

Das Projekt ISO\ESPC wurde national vom Kölner Institut für Sozialforschung und Gesellschaftspolitik (ISG) und transnational von der NJM European Economic and Management Consultants Ltd. aus Leeds evaluiert und ist von ADAPT für die Öffentlichkeitsarbeit als einer der "best cases" zur Repräsentation in der zweiten Förderphase ausgewählt worden.

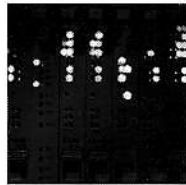
## Literatur

- [1] ANDERSON, J.R., Knowledge Compilation: The General Learning Mechanism. In: R.S. Michalski, J.G. Carbonell, T.M. Mitchell, Machine Learning II. Kaufman, 1986, 289-310
- [2] ANDERSON, J.R., A Theory of the Origins of Human Knowledge, Artificial Intelligence, 1989, 40, 313-351
- [3] BAUMGARTNER, P., Entwicklung interaktiver Lernumgebungen – Lerntheorie – Design - Didaktik, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), 3. Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, ISSN 1436-4492, 1999
- [4] GOLLWITZER, P.M., Action Phases and Mind-Sets, in: E.T. HIGGINS & R.M. SORRENTINO (eds), Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior, 1990, Vol. 2, 53-92
- [5] HECKHAUSEN, H., Motivation und Handeln, Heidelberg: Springer, 1989 (second ed.)
- [6] IAKIMTCHOUK, V., WAGNER, E., MATHCAD als Ingenieurwerkzeug in der multimedialen Lernumgebung, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), 4. Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, ISSN 1436-4492, 2000
- [7] MÖBUS, C., Towards an Epistemology of Intelligent Problem Solving Environments: The Hypothesis Testing Approach, in: Jim Greer (ed), Artificial Intelligence in Education, Proceedings of AI-ED 95, 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Washington, DC, p. 138 - 145; August 16-19, 1995, AACE, Association for the Advancement of Computing in Education, Charlottesville, VA, ISBN 1-880094-16-9
- [8] MÖBUS, C., Towards an Epistemology of Intelligent Design and Modelling Environments: The Hypothesis Testing Approach, in: BRNA, P., PAIVA, A. & SELF, J., Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education EuroAI-ED '96, 52 - 58, Lissabon, Portugal, 1996, ISBN 972-8288-37-9
- [9] MÖBUS, C., THOLE, H.J., Interactive Support for Planning Visual Programs in the Problem Solving Monitor ABSYNT: Giving Feedback to User Hypotheses on the Basis of a Goals-Means-Relation, in: D.H. NORRIE, H.-W. SIX (eds), Computer Assisted Learning. Proceedings of the 3rd International Conference on Computer-Assisted Learning ICCAL 90, Hagen, F.R.Germany, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 438, Heidelberg: Springer, 1990, S. 36-49
- [10] MÖBUS, C., THOLE, H.J., ISO\ESPC: Ein Intelligentes Selbstlern- und handlungsOrientiertes Entscheidungsunterstützungssystem in der Statistischen ProzessControlle, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), 2. Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 1998
- [11] MÖBUS, C., THOLE, H.J., Die hybride Komponente von ISO\ESPC: Verknüpfung manueller Messungen, formaler Analyse und multimedialer Präsentation, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), 3. Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft 1999, ISSN 1436-4492
- [12] MÖBUS, C., THOLE, H.J., Das interaktive Produktionsspiel von ISO\ESPC – ein authentisches Lernszenario, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), 4. Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft 2000, ISSN 1436-4492
- [13] NEWELL, A., Unified Theories of Cognition, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1990
- [14] SCHANK, R.C., Goal-Based Scenarios, Technical Report 36, North Western University, 1992
- [15] SCHANK, R.C., BIRNBAUM, L., ILS Interface Design: Principles and Design Guidelines, Technical Report 62, North Western University, 1995
- [16] SCHREIBER, A., CBT-Anwendungen professionell entwickeln, Springer, 1998
- [17] VanLEHN, K., Toward a Theory of Impasse-Driven Learning, in H. MANDL, A. LESGOLD (eds), Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems, Berlin: Springer, 1988, 19-41

debis Systemhaus GEI  
Projektbereich Interaktive Medien  
Lademannbogen 21-23  
D-22339 Hamburg



## 10. Arbeitstreffen der GI-Fachgruppe 1.1.5./7.0.1. „Intelligente Lehr-/Lernsysteme“



Hamburg, 1. – 2. Dezember 2000  
Proceedings