

## 4. Workshop

# „Multimedia für Bildung und Wirtschaft“

am 28. und 29. September 2000  
an der  
Technischen Universität Ilmenau

*Programm, Vorträge, Präsentationen*

Veranstalter:

**TU Ilmenau**

**Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**

Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik

Fachgebiet Telekommunikationsnetze

**Fakultät für Maschinenbau**

Institut für Maschinenelemente und Konstruktion

Institut für Mikrosystemtechnik, Mechatronik und Mechanik

Postfach 10 05 65

98694 Ilmenau

**Schulungszentrum für Computeranwendungen SCA Ilmenau**

Am Grenzhammer 10

98693 Ilmenau

*th.*



# Das interaktive Produktionsspiel von ISO/ESPC – ein authentisches Lernszenario

C. Möbus, H.-J. Thole - Universität Oldenburg

## Einleitung

In diesem Beitrag stellen wir die zentrale Komponente des EU-Projektes ISO\ESPC<sup>\*</sup> (Ein Intelligentes Selbstlern- und handlungsorientiertes Entscheidungsunterstützungssystem in der Statistischen Prozesskontrolle) [8,9] vor. Mit dem interaktiven und kompetitiven Produktionsspiel wird situiertes Lernen in Form eines realitätsnahen virtuellen Szenarios umgesetzt. Der Einsatz Statistischer Prozesskontrolle wird in einer authentischen Produktionssituation motiviert. Den Lernenden wird die Verantwortung für eine termingerechte und qualitätsbewusste Fertigstellung von eingehenden Aufträgen übertragen. Die Vorteile Statistischer Prozesskontrolle (SPC) bei der Qualitätssicherung werden Praktikern so anschaulich und berufsnah vermittelt. Das erforderliche Konzeptwissen für einen erfolgreichen Einsatz von SPC wird durch die eingebundene CBT-Komponente bedarfsgerecht und problemzentriert "just in time" angeboten.

Ausführliche Information zu ISO\ESPC finden Sie im Internet unter der URL:

<http://iso-esp.c.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 in der Produktion. Der intensivierte 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.

Um Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen effizient durchzuführen, steigt die Nachfrage nach CBT insbesondere bei den KMU. Der Einsatz von CBT-Systemen erfasst immer komplexere Bereiche des Marktes, wodurch die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit dieser Systeme steigen; im Vordergrund steht dabei die Qualität des erworbenen Wissens.

Heute sind "klassische" CBT-Programme<sup>\*\*</sup> mit Multimedia Elementen und Simulationen angereichert und online via Internet 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 deklarativem Konzeptwissen erheblich mehr leisten als ein Lehrbuch. Die Möglichkeit zum Selbstlernen ist aber ohne die Vermittlung von Handlungswissen und Handlungskompetenz durch zielorientiertes Arbeiten und authentisches Problemlösen mit adäquater wissensbasierter Unterstützung leider nur unzulänglich.

---

<sup>\*</sup> 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.

<sup>\*\*</sup> Klassische CBT – Programme präsentieren den Inhalt in Form eines Lehrbuchs mit Hypertext-Funktionen.

Zudem vernachlässigen herkömmliche CBT-Programme 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.

### Entwicklung authentischer Lernszenarien

Die bekannten Nachteile beim CBT-Einsatz resultieren in erster Linie aus der zu starken Differenz zwischen Lern- und Anwendungssituation. Aus- und Weiterbildung isoliert vom beruflichen Kontext hilft selten auf Anhieb in der Praxis – der erfolgreiche Transfer des neu erworbenen Wissens muss in Eigeninitiative 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 und die erforderlichen Entscheidungen treffen.

In der Abteilung Lehr- / Lernsysteme von Prof. Dr. Möbus wurde an der Universität Oldenburg der IPSE-Ansatz (Intelligent Problem Solving Environment) [5,6] entwickelt. IPSE sind Lehr- und Problemlösewerkzeuge, die aktives Lernen fördern und die Eigenaktivität des Lernenden unterstützen. Die Lernenden haben die Freiheit, entdeckend Probleme zu lösen und selbständig Hypothesen zu formulieren und zu überprüfen. Eine große Bandbreite von Lösungsentwürfen – auch unvollständige Entwürfe – werden untersucht, kommentiert und mit adaptiven Hilfen unterstützt. Das situations- und handlungsorientierte Design basiert auf einer kognitionswissenschaftlichen Theorie des Wissenserwerbs, der ISP-DL-Theorie (Impasse-Success-Problem-Solving-Driven-Learning) [7]. 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) [10,13] und begleitet den Lernenden differenziert in unterschiedlichen Phasen der Problemlöseprozesse: Abwägen, Planen, Ausführen und Bewerten [3,4].

Aus der ISP-DL-Theorie erfolgen die Anforderungen an ein neuartiges Konzept für Ausbildungssysteme, 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 und authentische Arbeits- bzw. Problemsituationen zu versetzen – auch R.C. Schank spricht von „goal-based scenarios“ [11] und stellte eine Reihe von Design Kriterien auf [12]. Im Idealfall entsprechen die Szenarien der betrieblichen Produktionssituation hinsichtlich Kosten- und Zeitdruck, Intransparenz, schwere Konsequenzen falscher Entscheidungen etc. Der Lerner nimmt dann Wissen "just in time" auf, wenn sein Wissen zur Lösung der Problemstellung nicht ausreicht. Gerade dann ist er auch bereit, sich notwendiges Wissen im Konzeptbereich anzueignen. Dieses Wissen wird sofort in lösungsorientierte Handlungen und Prozeduren eingebaut und somit in prozedurales Handlungswissen umgewandelt. Dieses Handlungswissen ist sofort abrufbereit und zu weiteren Problemlösungen einsetzbar. Die nach der Schulungsmaßnahme mit klassischem CBT notwendige, zusätzliche Transformation von Konzeptwissen in Handlungswissen entfällt. Die durch wissensbasiertes CBT gewonnene Qualität des erworbenen Wissens hilft, teure Nachschulungen und Entscheidungsfehler z. B. während der industriellen Produktion zu vermeiden, so dass es nicht zum "Trial and Error" im Betrieb kommt.

Im Zentrum des ISO\ESPC - Systems steht das virtuelle realitätsnahe Lernszenario in Form eines interaktiven und kompetitiven Produktionsspiels. Erklärungen von Konzepten der SPC stehen den Lernenden mit dem Online-CBT-Kurs der hybriden Komponente von ISO\ESPC [9] "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 sie sich zu Teams organisieren, die jeweils mit einem eigenen Rechnerplatz eine virtuelle Maschinenhalle übernehmen. Das Ziel des Spiels besteht in hoher Produktivität bei hoher Qualität, der Spieler mit der höchsten

Wertschöpfung ist der Gewinner. Zur qualitätsgerechten Ausführung der 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 den folgenden Abbildungen geben wir einen Einblick in das Produktionsspiel.

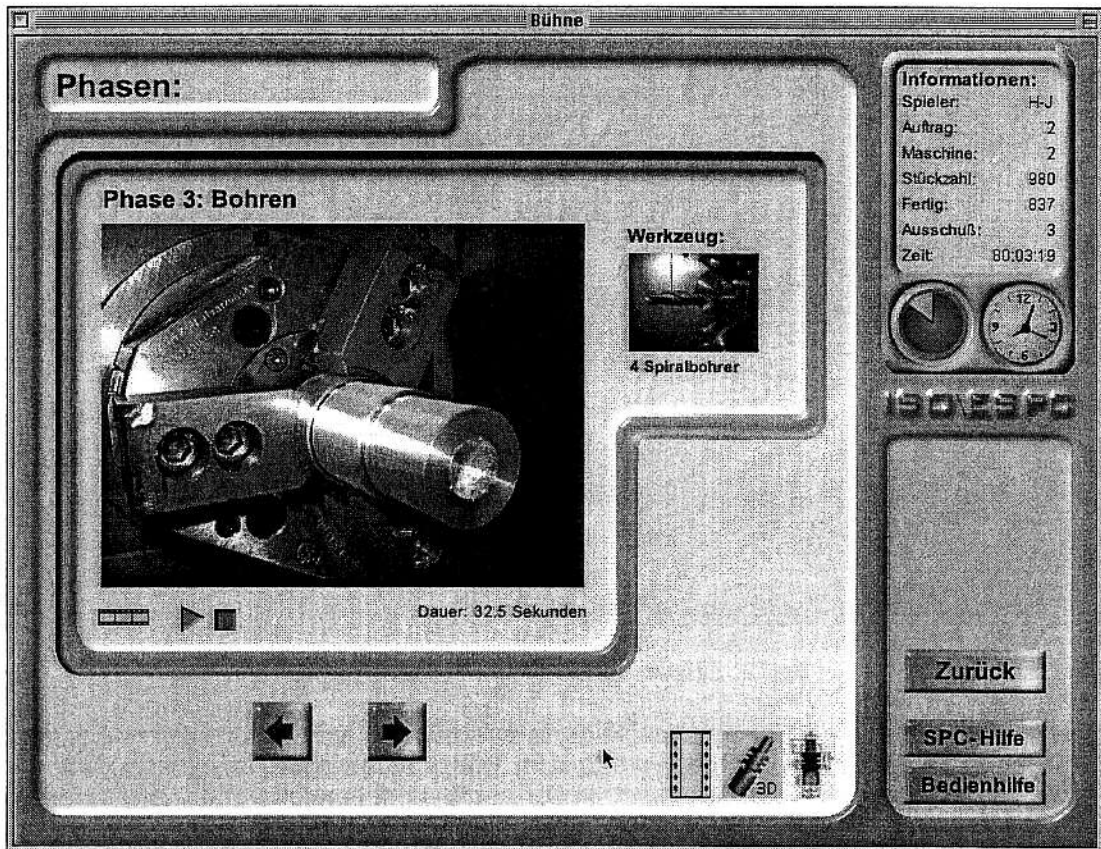


Abb.1: Animation der virtuellen Produktion

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 die 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 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 entstand Ausschuss; die bis dahin verstrichene (virtuelle) Zeit beträgt 80 Stunden, 3 Minuten und 19 Sekunden.

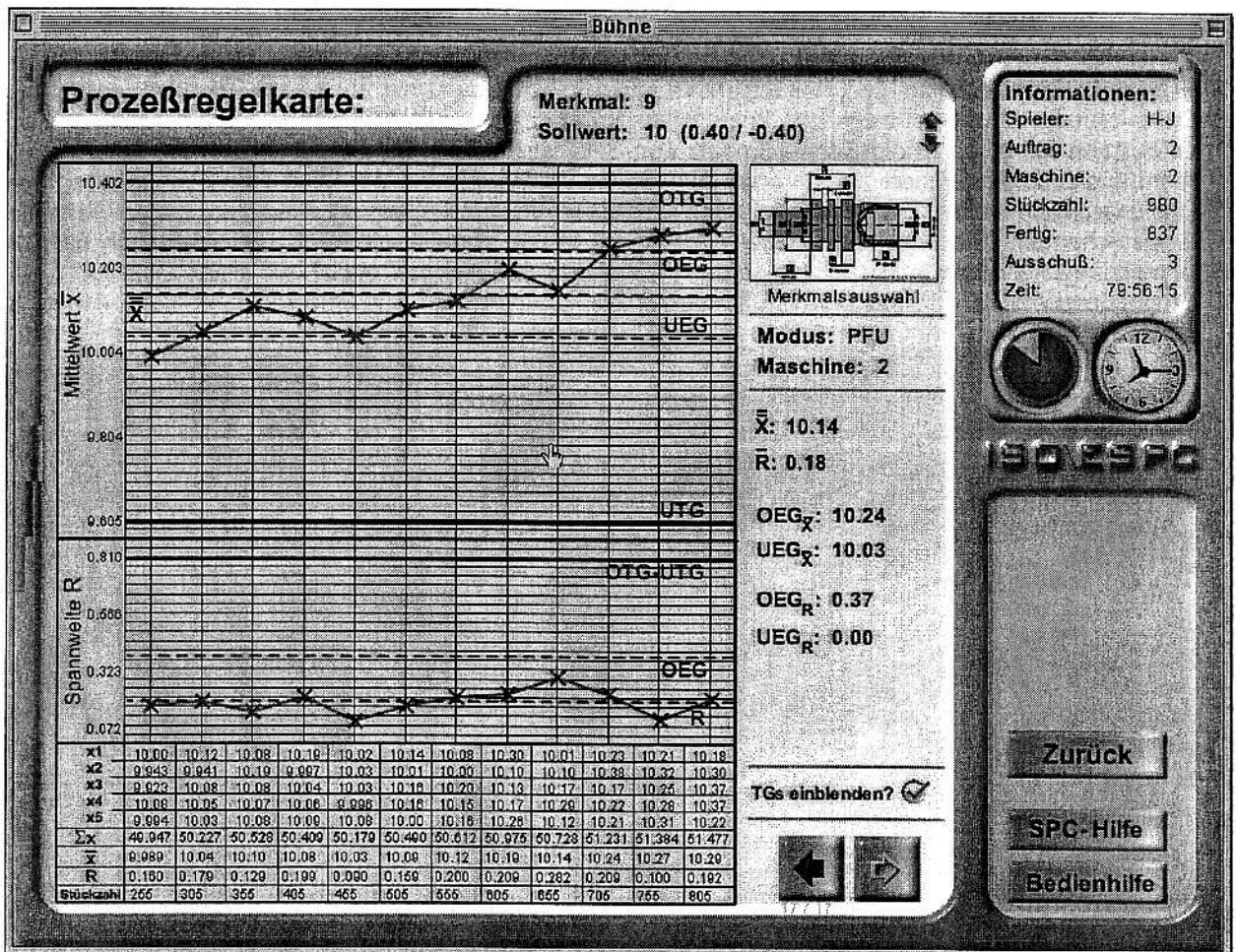


Abb.2: Einsatz von SPC im Produktionsspiel

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 Toleranzmerkmal 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 wird die entsprechende Seite im Browser geöffnet. 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 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 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.

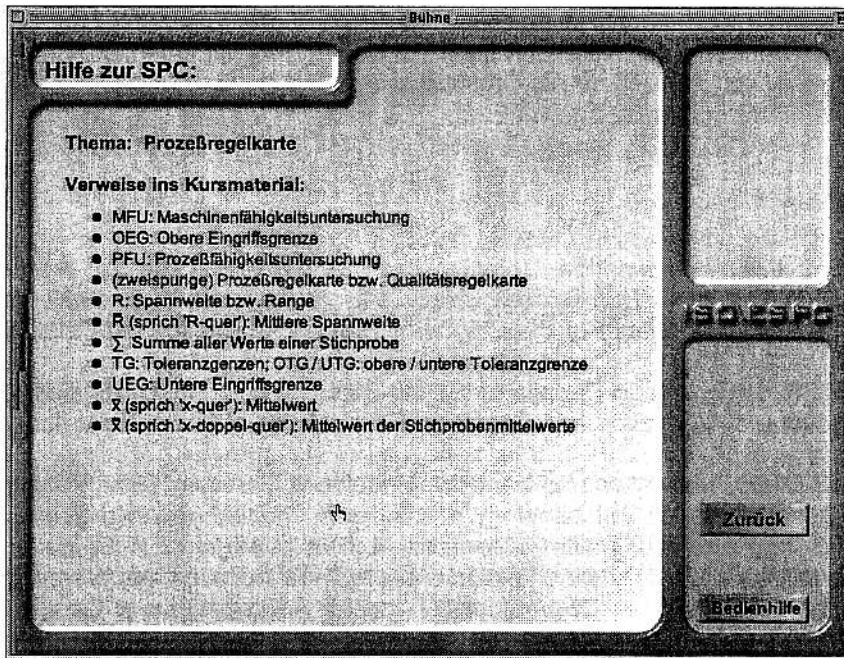


Abb.3: Gezielte Anforderung von SPC-Hilfen mit der Themenliste

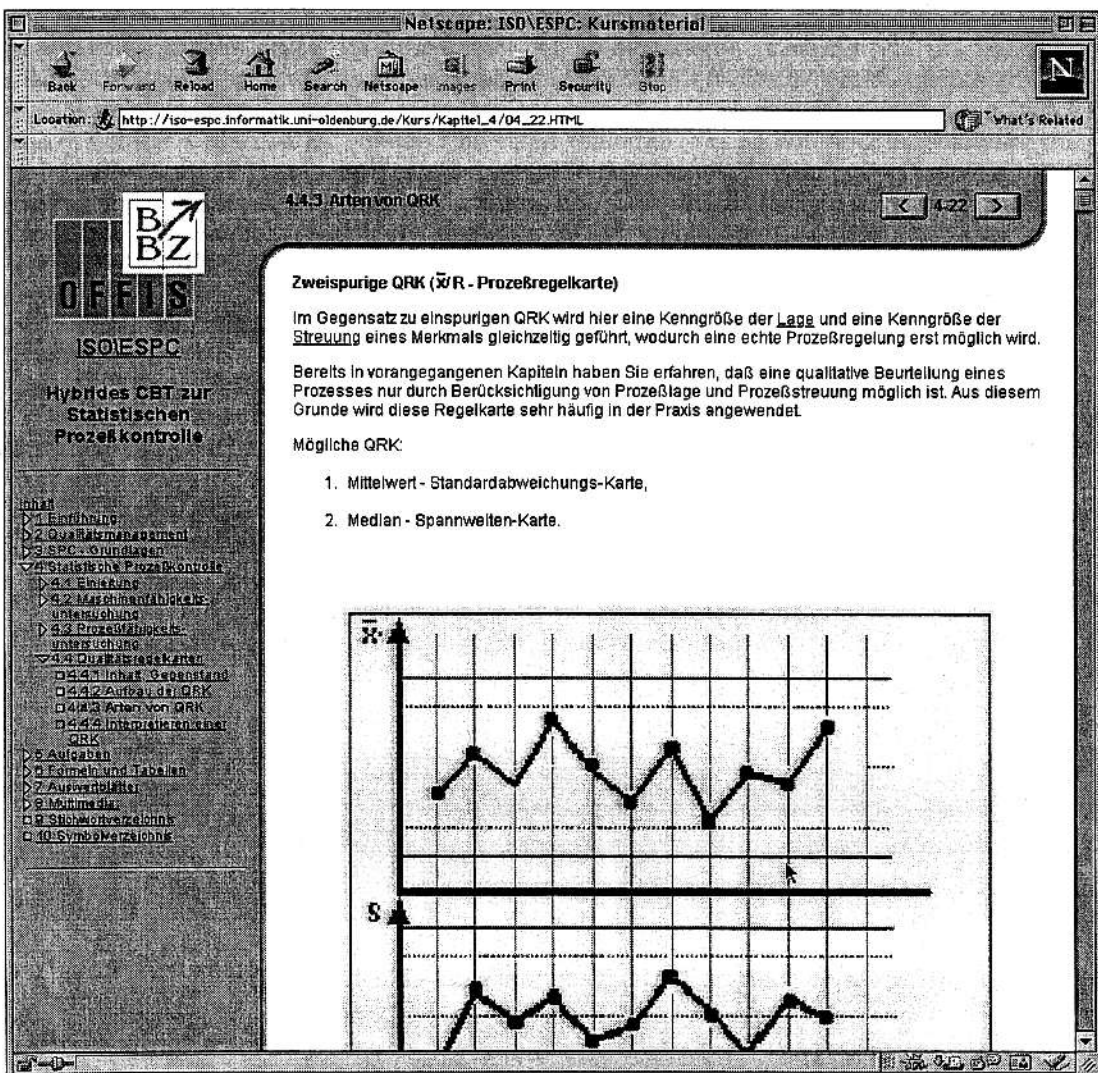


Abb.4: Hilfe aus dem Online-CBT-Kurs

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

#### 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] 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
- [4] HECKHAUSEN, H., Motivation und Handeln, Heidelberg: Springer, 1989 (second ed.)
- [5] 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
- [6] 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
- [7] 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
- [8] MÖBUS, C., THOLE, H.J., ISO\ESPC: Ein Intelligentes Selbstlern- und handlungsOrientiertes Entscheidungs-unterstützungssystem in der Statistischen ProzeßControlle, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 1998, ISSN 1436-4492
- [9] MÖBUS, C., THOLE, H.J., Die hybride Komponente von ISO\ESPC: Verknüpfung manueller Messungen, formaler Analyse und multimedialer Präsentation und Wirtschaft, 1999, ISSN 1436-4492
- [10] NEWELL, A., Unified Theories of Cognition, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1990
- [11] SCHANK, R.C., Goal-Based Scenarios, Technical Report 36, North Western University, 1992
- [12] SCHANK, R.C., BIRNBAUM, L., ILS Interface Design: Principles and Design Guidelines, Technical Report 62, North Western University, 1995
- [13] 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

#### Autorenangaben

Prof. Dr. Claus Möbus

Heinz-Jürgen Thole

Universität Oldenburg, FB Informatik, Abt. Lehr- Lernsysteme

26111 Oldenburg

Tel: +49 441 798-2900

Fax: +49 441 798-2196

E-mail: Claus.Moebus, Heinz-Juergen.Thole}@informatik.uni-oldenburg.de